

Bauplan Nr. 29
Preis 1,–

Klaus Schlenzig

Digitale Schaltkreise »für den Anfang«

Originalbauplan Nr. 29

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Dieser Bauplan richtet sich an die Leser der »Originalbaupläne« mit dem Ziel, sie mit einigen Informationen und praktischen Anleitungen an die Schaltkreistechnik heranzuführen. Dabei erfolgt Beschränkung auf die z. Z. im Einzelhandel erhältlichen Typen des Bastlerbeutels Nr. 8 aus dem Kombinat VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), also auf einfache Gatter in TTL-Technik. Schaltungen aus dem zugehörigen Anleitungsheft wurden überprüft und in steckbare Leiterplatten umgesetzt, so daß der Anwender eine Ausgangsbasis für weitergehende Beschäftigung mit der Schaltkreistechnik erhält.
Die TTL-Bausteine wurden vorwiegend für logische Schaltungen der elektronischen Datenverarbeitungstechnik und ähnliche Anlagen geschaffen, denn auf diesem Gebiet werden viele gleichartige Bausteine weniger Typen gebraucht. Solche Anwendungen gehen aber weit über das hinaus, was man gegenwärtig als Bauplanobjekt anbieten könnte. (Inzwischen existieren bereits integrierte Schaltungen »höheren Integrationsgrades«, die neue Möglichkeiten dafür eröffnen, jedoch dem Amateur meist noch nicht zugänglich sind.) So kommt es, daß der erste Umgang mit digitalen integrierten Schaltkreisen zwar in der Realisierung von Grundfunktionen in Form von mono-, bi- und astabilen Multivibratoren, Schmitt-Triggern u. ä. besteht, daß darüber hinausgehende Verknüpfungen jedoch schon bei wenigen Schaltkreisen enden und oft mehr Anwendungen »am Rande« darstellen, die aber dennoch für den Amateur recht reizvoll sein können.
Allerdings enthält das erwähnte Anleitungsheft auch einen Komplex von Teilschaltungen, aus denen sich u. a. eine »Digitaluhr« zusammensetzen läßt. Ein solches Gerät erfordert aber außer der digitalen Schaltung und ihrem »Dekoder« einen Satz Ziffernanzeige-Bauelemente, für die heute Anzeigeröhren durchaus nicht mehr die modernste, wohl aber (zusammen mit der Ansteuerung und Stromversorgung) eine relativ teure Möglichkeit darstellen. Jedenfalls ist man aber mit TTL-Schaltkreisen durchaus in der Lage, als fortgeschrittener Amateur ein solches Vorhaben erfolgreich zu bewältigen. Der Bauplan sieht von einer Behandlung dieses Stoffes aus Aufwandsgründen ab.

1. Einleitung

Vor etwa einem Vierteljahrhundert entstand der erste Transistor. In Verbindung mit der Technik der gedruckten Schaltung war das der Ausgangspunkt für Generationen elektronischer Geräte, in denen schrittweise die seit etwa 50 Jahren in großem Maße genutzte Elektronenröhre verdrängt wurde. Die Vorteile »transistorisierter« Schaltungen lagen klar auf der Hand: Kleinheit, geringer Energiebedarf, lange Lebensdauer (und damit hohe Zuverlässigkeit), widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchung u. v. m. Geblieben war u. a. jedoch die Anzahl der Lötstellen, denn oft nahm der Transistor im Grunde nur den Platz der Röhre in einer sonst – vom Prinzip her – nur wenig veränderten Schaltung ein.
Anders verhielt es sich mit der Herstellung. Mußten die ersten Typenreihen von Transistoren tatsächlich noch einzeln, Stück für Stück gefertigt werden, also vergleichbar mit der Produktion von Röhren, so brachte die moderne Planartechnologie zusammen mit der Fotomaskentechnik die Möglichkeit, viele Einzelelemente gemeinsam zu erzeugen. Erst nach dem Trennen dieser Scheiben entstehen durch Kontaktieren und »Verkappen« die uns heute »geläufigen« Transistoren z. B. der Reihen SF 126 und SF 136 im Blechgehäuse oder die billigen Miniplasttransistoren.
Vor allem elektronische Datenverarbeitungsanlagen im weitesten Sinne benötigen eine große Anzahl von Transistorfunktionen, die viele Male in gleicher Weise genutzt werden. Es entstanden Anlagen, die mit Elektronenröhren gar nicht denkbar gewesen wären, schon wegen des Energiebedarfs und des Volumens sowie daraus abgeleitet der u. a. von der Länge der Leitungen abhängigen Arbeitsgeschwindigkeiten. Je größer der Funktionsumfang, um so kritischer wird aber auch die Frage nach der Ausfallhäufigkeit, die mit der Anzahl der Bauelemente und der Lötstellen wächst. Es war daher nicht verwunderlich, daß die Datenverarbeitung neben der Raumfahrt und der Militärtechnik (die außerdem beide auch der Datenverarbeitung bedürfen) den Hauptanstoß zur Entwicklung von Bausteinen gab, deren heute wichtigste Vertreter die integrierten Schaltkreise auf Siliziumbasis darstellen.

2. Digitaltechnik im Beutel

Im Kombinat VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) wird u. a. die »TTL«-Digitalschaltkreisreihe D 10 gefertigt. »TTL« heißt »Transistor-Transistor-Logik«, d. h., die logischen Funktionen wurden durch Verknüpfung von Transistoren erzielt. Dioden und Widerstände haben nur »Hilfsfunktionen«, im Unterschied z. B. zur »DTL« (Dioden-Transistor-Logik, z. B. die Baureihe D 2 vom Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf) oder zur »RTL« (Widerstands-Transistor-Logik, z. B. die Reihen D 1 und D 11).
Die Wahl wurde bestimmt von der Technologie, die praktisch auf einer Scheibe (in der Größenordnung eines Quadratmillimeter!) mehrere Funktionselemente vereint, eingebettet in den Siliziumträger, aufgeteilt in entsprechend der Funktion diffundierte Zonen, verbunden über aufgedampfte Metallbahnen und nach außen kontaktiert durch relativ wenig Anschlüsse. Das schützende Gehäuse ist, bedingt durch die Anschlüsse (im Rastermaß der gedruckten Schaltung liegend), viele Male größer als das aktive Plättchen. Bild 1 zeigt einen Blick in einen geöffneten Schaltkreis. Einen eindrucksvollen Vergleich zu dessen Funktionsinhalt vermittelt Bild 2. In der Mitte des Bildes erkennt man einen Schaltkreis des Typs D 100, der 4 NAND-Gatter enthält (Schaltung eines Gatters s. Bild 3).
Die um den Baustein herum angeordneten Bauelemente stellen nur »in etwa« den Bausteininhalt dar, denn darunter sind keine Mehremitter-Transistoren, wie sie als Eingangsstufen der Gatter benutzt werden. Statt nahezu 90 Lötstellen einer vergleichbaren »diskreten« Schaltung (also mit Einzelbauelementen) kommt der Schaltkreis mit nur 14 aus. Auch der Volumenbedarf und der Montageaufwand sinken beträchtlich. Allerdings ist der Gewinn an Funktionen im Vergleich zur Transistortechnik nicht ganz so groß. Man bedenke, daß sich z. B. aus 2 Transistoren, 4 Widerständen und 2 Kondensatoren ein astabiler Multivibrator aufbauen läßt, für den in TTL-Technik zwar nur $^1/_2$ Schaltkreis IS 1 (D 100), jedoch extern immer noch 2 Widerstände, 2 Kondensatoren (und 2 Dioden) benötigt werden.

Die beiden Gatter bestehen bereits – umgerechnet – zusammen aus 8 Widerständen, 8 Transistoren und 2 Dioden! Angesichts der erheblichen Volumeneinsparung zählt das aber weniger. Auf jeden Fall bringt die Schaltkreistechnik mit einfachen TTL-Gattern nicht unbedingt immer überzeugende Einsparungen an Fläche. Das kommt erst bei den Schaltungen stärker zur Geltung, für die diese Schaltkreise geschaffen wurden und bei denen das Verhältnis von Schaltkreisen zu diskreten Bauelementen entscheidend zugunsten der Schaltkreise verschoben wird.
Die Preise dieser Bausteine lagen – wie das bei neuen Typen oft der Fall ist – zunächst relativ hoch. Seit Anfang 1974 bietet das Kombinat VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) jedoch ein Bastelsortiment an, dessen Schaltkreise – umgerechnet – einzeln nur etwa 4,40 M kosten. Das ist weit weniger als der Gesamtpreis der in Bild 1 zum Vergleich teilweise abgebildeten Bauelemente. Der Beutel enthält 8 Schaltkreise, davon 4 nach Bild 3. Ein beiliegendes Anleitungsheft informiert über Schaltungen, Daten und Anwendungsmöglichkeiten. Sie reichen von einfachen Grundschaltungen (Multivibratoren und Schwellwertschaltern) bis zu Frequenzteilern und Dekodern, z. B. zum Bau einer elektronischen Uhr. Offenbar haben sich in einige Bilder des Anleitungsheftes Fehler eingeschlichen. So sind die Dioden D 3 und D 4 auf Seite 20 und die auf Seite 7 umzudrehen, und der elektronische 2-Strahlschalter erfordert eine gegen Plus liegende Ankoppelschaltung (s. die korrigierte Schaltung in diesem Bauplan).
Die Erläuterungen in der Anleitung sind so gehalten, daß man sie ohne größere Kenntnisse der Digitaltechnik versteht. Allerdings setzt der Einsatz der beschriebenen Schaltungen in Eigenbaugeräten voraus, daß man bereits Erfahrungen mit der entsprechenden Materie hat bzw. über einführende Literatur verfügt. Das Anleitungsheft beschreibt z. B. keine komplette elektronische Uhr, doch sind der vorgestellte Quarzgenerator, der 6 : 1- und der 10 : 1-Teiler wichtige Teile eines solchen Vorhabens. Sicherlich werden jedoch auf der Grundlage dieser billigen Schaltkreise und der vorgegebenen Teilschaltungen viele »eingespielte« Elektronik-Arbeitsgemeinschaften jetzt eine solche Uhr bauen können (oder auch z. B. einen Zähler, vielleicht zur Kurzzeitmessung im Unterricht o. ä.).
Das ist die eine Seite der Möglichkeiten, die diese IS bieten. Doch auch der Anfänger wird, wenn er die Ausgabe nicht scheut, kaum enttäuscht werden. Selbstverständlich wird man mit diesen digitalen Schaltkreisen im allgemeinen kein »Radio« bauen. (Daß das jedoch nicht unmöglich ist, wird im vorliegenden Bauplan bewiesen!) Aber die Elektronik bietet viele Möglichkeiten, auch andere interessante und oft einfache Objekte anzufertigen, so daß jeder auf seine Kosten kommt. Besonders wer heute mit der Elektronik erste Bekanntschaft schließt, der sollte sich auch bereits mit Schaltkreisen vertraut machen, denn sie werden bald den »Einzeltransistor« genau so auf wenige Einsatzgebiete zurückdrängen, wie es einst der Röhre durch den Transistor geschah. Bereits die genannten Grundschaltungen, vor allem die beiden Schwellwertschalter, bieten viele Einsatzmöglichkeiten bei kleinem Aufwand.

3. Erläuterung der Gatterfunktion

An Hand von Bild 3 soll kurz die in allen Schaltkreisen des Bastlerbeutels auftretende Grundschaltung erläutert werden, da davon das Verständnis wesentlich abhängt und da diese Schaltungstechnik für viele noch ungewohnt sein dürfte. Die »eisenlose« Endstufe liefert an Y einen Pegel, der – je nach Aussteuerung der Eingänge – bei Belastung entweder mindestens 2,4 V beträgt oder höchstens 0,5 V. Den ersten Zustand nennt man bei den in »positiver Logik« arbeitenden Schaltkreisen dieser Serie »Logische 1« (hoher Pegel, engl. »high«, H), den zweiten »Logische 0« (niedriger Pegel, engl. »low«, L). (Achtung – auch die hier nicht benutzte Schreibweise L für logische 1 und 0 für logische 0 ist gebräuchlich und darf nicht mit der im Bauplan benutzten verwechselt werden!) Der Ausgangspegel wird durch den Zustand des Treibertransistors bestimmt. Ist er gesperrt, so sperrt auch der untere Ausgangstransistor, da er keinen Basisstrom erhält. Der obere dagegen ist »durchgeschaltet«, denn er bekommt über den 1,6-kΩ-Widerstand Basisstrom. Damit erscheint an Y der H-Pegel (die 1).

Bei leitendem Treibertransistor dagegen wird der untere Ausgangstransistor ebenfalls leitend. Damit kann er einen in Y z. B. vom folgenden Gattereingang einfließenden Strom nach Masse ableiten. Seine Restspannung liegt dabei so lange unter 0,5 V (L-Pegel, Zustand: logische 0), bis (bei den Typen IS 1 bis IS 4 des Bastlerbeutels) mehr als 5 folgende Gattereingänge angeschlossen werden (»Ausgangslastfaktor $N_0 = 5$«).
Der Zustand des Treibertransistors hängt nun wiederum von dem des Mehremittertransistors ab. Sind seine Eingänge (die Emitter) offen (oder liegen sie an Plus, also an »H« [1]), so erhält der Treiber über den 4-kΩ-Widerstand und die Basis-Kollektor-Diode des Mehremittertransistors Basisstrom. Damit werden der Treiber sowie der untere Ausgangstransistor durchgeschaltet, d. h., H-Pegel (1) an den Eingängen bedeutet Zustand 0 am Ausgang, schaltalgebraisch ausgedrückt $Y = \overline{A \cdot B}$ (sprich »A und B invertiert«). Legt man jedoch einen der Eingänge an »O« (L-Pegel, also weniger als 0,5 V), so fließt der Strom über den 4-kΩ-Widerstand und diese Basis-Emitter-Diode nach Masse ab. Dadurch erscheint am Ausgang sofort H-Potential (»0 und 1 gleich 0« – nach diesen Regeln! – »0 invertiert gleich 1«). Daran ändert sich auch nichts mehr, wenn der zweite (oder ein weiterer evtl. vorhandener) Gattereingang 0 erhält: $\overline{0 \cdot 0} = 1$.
Erst $\overline{1 \cdot 1} = 0$ ergibt wieder den Ausgangszustand der Betrachtung. Man faßt ein solches Verhalten in einer Wahrheitstabelle zusammen.
Das Wesentlichste an dieser Schaltungstechnik ist also dies: Um in einer Verknüpfung solcher Gatter das jeweils folgende zu beeinflussen, muß der auf 0 geschaltete Ausgang des vorhergehenden vom angeschlossenen Eingang des folgenden Gatters einen Strom aufnehmen (bei den »Markentypen« der D 10-Reihe sind das maximal etwa 1,6 mA). Bei hochliegendem Ausgang dagegen fließt nur ein Strom von einigen zehn Mikroampere aus dem Ausgang in den (dann gesperrten) Eingang. Je höher der bei 0 in den Ausgang fließende Strom, um so höher steigt auch die »Nullspannung«. Sie erreicht – typenabhängig – die zulässige obere Grenzspannung für den Zustand 0 oberhalb einer bestimmten Anzahl angeschlossener Gatter. Man darf also bei IS 1 bis IS 4 jeden Ausgang mit höchstens 5 Gattern belasten bzw. muß ein Leistungsgatter (IS 5, $N_0 = 15$) vorsehen.
Die zu den Bastlerschaltkreisen IS 1 bis IS 5 vergleichbaren Markentypen sind die Schaltkreise D 100, D 110, D 120, D 130 und D 140. Damit auch die Leser, die mit diesen Typen direkt (und ohne im Besitz des Bastlerbeutels 8 zu sein) in Berührung kommen, die Schaltungen des Bauplans besser übersehen können, werden in Bild 4 die logischen Grundschaltungen je eines Gatters der 5 Typen und ihre Anschlußbelegungen (von oben gesehen) wiedergegeben. Ein Hinweis noch zur üblichen Darstellungsweise logischer Schaltungen: Man gibt im allgemeinen Masseanschluß (Nr. 7) und Betriebsspannungsanschluß (Nr. 14) in den Stromlaufplänen der Übersichtlichkeit halber nicht mit an. Bisweilen ist es aber sinnvoll, wie Abschnitt 8 zeigt.

4. Einiges über logische Funktionen

Die im Bastlerbeutel 1 enthaltenen Schaltkreise stellen »Gatter mit NAND-Funktion in positiver Logik« dar, wie bereits in Abschnitt 3. erläutert. NAND heißt »nicht und« (and = engl. und), was zunächst etwas merkwürdig klingt. Es handelt sich dabei auch bereits um 2 logische Grundfunktionen, nämlich die »Negation« und die »Konjunktion«. Beides bezieht sich auf den als »H« definierten Pegel (»logische 1«), in diesem Fall also auf $\geqq +2{,}4$ V. Erscheint am Ausgang eines logischen Bausteins mit 1 Eingang bei Anlegen von »1« eine »0« (und umgekehrt), so sagt man, er »negiert« das Eingangssignal. Ein solcher Baustein heißt daher »Negator«. Schon eine einfache npn-Transistorstufe in Emitterschaltung stellt einen Negator dar. Als »Und«- oder »AND«-Glied bezeichnet man eine Grundschaltung, an deren Ausgang nur dann eine 1 erscheint, wenn alle Eingänge 1 erhalten. Hat auch nur einer 0, so ist der Ausgang ebenfalls auf 0. Werden nun UND-Glied und Negator hintereinandergeschaltet, so bedeutet das: Am Ausgang erscheint (nur dann) die »negierte 1« (also 0), wenn alle Eingänge eine 1 erhalten. Andernfalls führt der Ausgang 1 (»negierte 0«). Alle Gatter in den Schaltkreisen von

Bastlerbeutel 8 sind auf diese Weise zusammengesetzt. Sie unterscheiden sich nur durch die Anzahl der Eingänge, dadurch auch durch die mögliche Gatteranzahl je Schaltkreis, und (bei IS 5 gegenüber 1 bis 4) durch die mögliche Ausgangsbelastung.
In der Schreibweise der Schaltalgebra heißt – wie schon in Abschnitt 3 dargestellt – die Funktion des NAND-Glieds $Y = \overline{A \cdot B}$. Der Negator allein verkörpert die Funktion $Y = \bar{A}$ und das Und-Glied $Y = A \cdot B$, sprich Y = A und B, d. h. Y = 1 erst für A = 1 und B = 1, sonst Y = 0. Ein Und-Glied nach Bild 5 hat damit die ebenfalls im Bild dargestellte Funktionstabelle.
Zum besseren Verständnis von elektronisch realisierten logischen Grundfunktionen zieht man gern den mechanischen Kontakt heran, wie das auch entsprechend Bild 5 geschah. Als Und-Glied ergibt sich die Serienschaltung von Arbeitskontakten, die im geöffneten Zustand die 0 und im geschlossenen die 1 darstellen. (Die Zuordnung stammt aus der Relaistechnik: Ist ein Relais mit Ruhe- und Arbeitskontakten stromlos, so sind die Ruhekontakte geschlossen und die Arbeitskontakte geöffnet.) Liegt am Eingang dieser Kette der H-Pegel (die 1), so gelangt er also erst zum Ausgang, wenn alle Kontakte geschlossen sind. Während dieses Und-Glied also mit (in Serie geschalteten) Arbeitskontakten realisiert werden kann, ergibt sich dazu die Negation über (parallelgeschaltete) Ruhekontakte (Bild 6).
Die Negation wird durch den Punkt im Gattersymbol angegeben. Ein Negator allein (also mit nur einem Eingang) entspricht damit einem Ruhekontakt, der sich öffnet, wenn das zugehörige Relais Strom erhält (wenn man den Schalter für den Relaiskreis schließt). A und B gehören selbstverständlich in beiden Fällen zu verschiedenen Relais.
Die durch ein Und-Glied erzielte logische Verknüpfung von Signalen heißt, wie schon erwähnt, Konjunktion. Als weitere Möglichkeit gibt es die Disjunktion, dargestellt durch die Oder-Schaltung (engl. OR, eine Oder-Schaltung mit anschließender Negation heißt daher NOR-Schaltung oder NOR-Glied).
»ODER« bedeutet: Hat auch nur einer der Eingänge A, B usw. den Zustand 1, so erscheint auch am Ausgang die 1 (Bild 7). In der Relaistechnik erzielt man dieses Verhalten durch die Parallelschaltung von Arbeitskontakten. Umgekehrt ist die NOR-Funktion gemäß Bild 8 durch die Serienschaltung von Ruhekontakten erreicht.
Logische Verknüpfungen gelingen im allgemeinen allein mit den beiden Funktionen »UND« und »NICHT« bzw. mit »ODER« und »NICHT«, da man sowohl die Oder-Funktion auch mit entsprechend verknüpften UND-Gliedern bzw. die UND-Funktion mit ODER-Gliedern erreichen kann. Auf die Darstellung bzw. den mathematischen Beweis dafür muß der Leser allerdings verzichten. Jedenfalls folgt aus dieser Aussage, daß die NAND-Gatter des Schaltkreisbeutels – bei entsprechendem Aufwand – auch anspruchsvollere Verknüpfungen zulassen, als die wenigen Beispiele auszusagen scheinen.
Verknüpft man logische Grundschaltungen in der Weise, daß der Zustand der Ausgangsvariablen nur vom augenblicklichen Zustand der Eingangsvariablen abhängt, so spricht man von kombinatorischen Verknüpfungen. (Einfaches Beispiel: Überwachungsschaltung mit einem NAND-Gatter.)
Sequentielle Verknüpfungen bedeuten, daß der Zustand der Ausgangsvariablen nicht nur vom augenblicklichen Zustand der Eingangsvariablen, sondern auch von ihrer »Vorgeschichte« abhängt. Sequentielle Verknüpfungen enthalten daher Speicherelemente.
Sieht man von Langzeitspeichern ab, die unabhängig vom Betriebszustand der Einrichtung Informationen über längere Zeiten hinweg speichern, so kommen hauptsächlich der bistabile Multivibrator (»Flip-flop«) und der monostabile Multivibrator (»Mono-flop«) in Frage, die ihre Informationen aber nur während des Betriebs der Anlage speichern können, also nur bei eingeschalteter Betriebsspannung. Der erstgenannte Speicher gilt als Speicher für beliebige Zeiträume (bis zum vom System gegebenen Umschaltbefehl), der letztgenannte ist ein Kurzzeitspeicher, dessen Speicherzeit vom Wert seines Speicherkondensators abhängt. Mit einem Mono-flop formt man u. a. auch aus kurzen Eingangsimpulsen (z. B. Nadeln) Rechteck-Ausgangsimpulse definierter Breite.
Sequentielle Schaltungen brauchen einen Zeitmaßstab, durch den der Ablauf der logischen Operationen bestimmt wird. Bei »asynchronem Betrieb« steuert der Signalablauf selbst die Signalaufnahme der Speicherelemente; bei »synchronem Betrieb« wird der periodische Wechsel der Zustände 0 und 1 von einem astabilen Multivibrator bestimmter »Taktfrequenz« vorgegeben. Beispiele sequentieller Schaltungen sind Register und Zähler.

Diese recht kurze und keineswegs vollständige Übersicht über das in Verbindung mit dem »Bastlerbeutel 8« Wissenswerte über logische Schaltungen sollte den Leser vor allem anregen, in der entsprechenden Literatur (s. Abschnitt 10.) weiterzulesen, falls er sich ausführlicher mit Digitaltechnik befassen möchte.

5. Funktionstests

Vor dem Einlöten eines Schaltkreises in die endgültige Schaltung, aber auch nach Versuchen empfiehlt es sich, den Schaltkreis auf Funktion zu testen. Das muß keine umfangreiche Messung der Kenndaten sein, wie sie das Datenblatt ausweist. Meist dürfte es genügen, festzustellen, ob jeder Eingang eines Gatters reagiert und ob alle Gatter eines Schaltkreises funktionieren. Da ein TTL-Schaltkreis bereits bei unbeschalteten Gatteranschlüssen einen Ruhestrom von einigen Milliampere beansprucht (je nach Gatteranzahl und -typ), sobald die Betriebsspannung angelegt wird, kann dies als erster Prüfschritt gelten (Bild 9). S erst schließen, wenn Instrument keinen Vollausschlag zeigt, sonst Kurzschluß!
Als typisch für IS 1, 2 und 5 erwiesen sich ≥ 10 mA bei 5 V, ≥ 6 mA für IS 3 und ≥ 3,5 mA für IS 4. Diese Werte können allerdings noch streuen!
Der Test erfordert also ein Amperemeter, falls man sich nicht mit der relativ groben Abschätzung nach Bild 10 begnügt: Die Schaltung wird zunächst bezüglich der Ansprechspannung des Anzeigetransistors mit einem statt des Schaltkreises angelegten Widerstand von etwa 410 bis 470 Ω eingestellt (Ta 1 drücken). Taste 2 dient zur Kontrolle, ob nicht ein wesentlich größerer Strom fließt (Kurzschlußtest; die Lampe spricht im Fall einer zu hohen Stromaufnahme auch bei geschlossener Taste an).
Mit Schalter S kann man zwischen etwa 3 mA und 9 mA Ansprechschwelle wählen, die allerdings nicht so scharf ist wie bei einem Schwellwertschalter. Erstmals eingestellt wird der Ansprechwert mit dem Potentiometer.
Die Diode übt 2 Funktionen aus: zum einen liefert sie eine vom Strom relativ wenig abhängige Grundvorspannung, so daß bei entsprechender Eichung ein relativ kleiner Stromzuwachs über dem Widerstand zur Ansprechspannung des Transistors führt (der Widerstand vor dem Stellwiderstand begrenzt den Maximalstrom bei Kurzschluß!); zum anderen reduziert die Diode zusammen mit dem Spannungsabfall über dem Widerstand die Schaltkreisbetriebsspannung gegenüber der Batteriespannung von 6 V auf den Sollwert (etwa 5 V).
Der nächste Prüfschritt (Bild 11a) erfordert einen möglichst hochohmigen Spannungsmesser (z. B. 20 kΩ/V oder ein Transistorvoltmeter, s. Originalbauplan Nr. 23 oder Nr. 27). Mit ihm werden alle (noch immer unbeschalteten) Anschlüsse abgetastet. Die Gatterausgänge müssen jetzt Spannungswerte zeigen, die im allgemeinen wesentlich kleiner als etwa 0,5 V sind, da praktisch Leerlauf gegeben ist und da die Eingänge nicht an 0 liegen. Selbst die außerhalb der typisierten Schaltkreise liegenden IS 1 bis 5 zeigten (Werte des Musterbeutels) im allgemeinen weniger als 50 mV, also nahezu ideales »L«. An den Gattereingängen wurde bei diesem Test durchschnittlich eine Spannung von etwa 1,5 V gemessen. Daß die Eingänge reagieren, wird gemäß Bild 11 b getestet: Legt man A oder B an 0, so muß an Y »H« erscheinen, d. h. $U_Y > 2{,}4$ V (im allgemeinen ≈ 4 V bei dieser Meßschaltung).
Auch dieser Prüfgang kann mit einem Transistor und mit einer Prüflampe ausgeführt werden (Bild 12).
Bei diesem Test erhält man allerdings keine Aussage über den Ausgangslastfaktor, d. h. darüber, wie viele Eingänge folgender Gatter angeschlossen werden können, bevor die Null-Ausgangsspannung 0,5 V überschreitet.
Die Lampe darf erst leuchten, wenn an einen Eingang des zu prüfenden Gatters (beim IS 1 also an A oder an B) der L-Pegel (0) gelegt wird.
Jeder der Eingänge ist auf diese Weise zu testen! Statt an Y kann die Prüfleitung auch an die Gattereingänge gelegt werden. Bei freien Gattereingängen muß die Lampe ebenfalls leuchten. Diese beiden einfachen Prüfungen reichen für den größten Teil der Anwendungen aus, in denen der Amateur die

Schaltkreise des Bastlerbeutels 8 einsetzen wird. Bei Bedarf an anderen Kenndaten (z.B. Lastfaktor oder Schaltzeiten) müssen die im Katalog »TTL-Schaltkreise« des Kombinats VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) - leider wahrscheinlich nicht mehr lieferbar - angeführten Testschaltungen benutzt werden.

6. Kontaktierung, Brettschaltung, Leiterplattengestaltung

Dieser Abschnitt hätte auch »kleine Schaltkreistechnologie« heißen können. Jedes Bauelement hat bestimmte Eigenheiten, die beim Prüfen, bei Versuchen und beim Einbau in die gedruckte Schaltung zu beachten sind, teils notwendiger-, teils sinnvollerweise. Die 14poligen TTL-Schaltkreise werfen als erstes Problem das der vorübergehenden Kontaktierung für Prüfzwecke und Brettschaltungen auf. IS-Fassungen werden zwar hergestellt, sind jedoch bisher im Amateurbedarfshandel noch nicht allgemein erhältlich. Soweit bekannt, ist ihr Preis auch nicht gerade niedrig. Daher liegt Selbstbau nahe.
Handelsübliche 3- oder 5polige Transistorfassungen bieten einen brauchbaren Ausweg, der allerdings mit etwas Arbeit verbunden ist. Sie besteht zunächst darin, daß bei 5-Pol-Fassungen die überflüssigen beiden Anschlüsse zu entfernen sind, so daß nur noch 3 Kontakte im 2,5-mm-Sprung bleiben. Bei 3-Pol-Fassungen stimmt der Abstand bereits, doch muß die mittlere Lötfahne in die Ebene der beiden äußeren gebogen werden, damit sich alle 3 in eine Lochreihe der Versuchsplatte einführen lassen. Danach feilt man von 2 der 6 benötigten Fassungen beidseits und von den anderen 4 einseitig so viel vom Gehäuse ab, daß - zusammengefügt - zwischen den äußeren Federn benachbarter Fassungen gerade wieder der 2,5-mm-Sprung zustande kommt. Nun klebt man jeweils 3 Fassungen im genannten Sinne zusammen. Es entstehen 2 9polige Fassungen, von deren Kontakten jeweils 7 benutzt werden. Mit einem dazwischengeklebten Isolierstück kann das Ganze zu einem Block vereint werden. Dabei dient ein Schaltkreis als Montagehilfe. Man achte darauf, daß die Anschlüsse auch danach richtig in das 2,5-mm-Raster passen. Bild 13 und Bild 14 zeigen Ansichten der Fassung und einen Einsatzfall.
Bild 15 ermöglicht einen Vergleich der Eigenbaufassung mit industriell hergestellten Typen.
Bild 16 zeigt eine für den Anschluß in »großflächigen« Versuchsschaltungen auf der Basis von Lötösenleisten geeignete Adaptierung einer IS-Fassung. In bestimmten Fällen kann man auch statt des Einsatzes von IS-Fassungen ausschließlich oder vorwiegend für Vorversuche benutzte IS steckbar machen und dazu die bewährten Steckverbindungen aus dem System »Amateurelektronik« heranziehen. Für einen 14poligen IS genügt es, die »kleine Universalleiterplatte« (evtl. sogar um 1 Rastereinheit schmaler gesägt) im Sinne von Bild 17 beidseits mit je 7 geraden 1-mm-Steckerstiften zu versehen und diese Lötinseln mit den Anschlüssen des Schaltkreises zu verbinden. Sofern der IS nicht fest in die Lötinseln eingelötet, sondern über Drähte gemäß Bild 18 zu den Steckern geführt wird, ist ein Wiederauslöten besonders leicht möglich. (Vorher sind die Lötinseln der Löcher, in die der IS gesteckt wird, zu entfernen, z.B. durch »Ablöten«, d.h. gewolltes thermisches Überlasten des Folieklebers an diesen Stellen.) Als Fassungen fungieren dann für jeden Schaltkreis 2 Federleisten des Systems »Amateurelektronik«, auf einem Rahmen auf je 2 Trägerstreifen 1 und 2 befestigt und verdrahtet.
Daß auch ganze abgeschlossene Funktionseinheiten bereits auf dem kleinsten Format von »Amateurelektronik« (und mit Kantensteckung, also $\leqq 9$ Stecker) Platz haben, beweist Abschnitt 7. Ergänzend sei darauf hingewiesen, daß auch die älteren KME 3-Bausteine, die man vereinzelt im Amateurbedarfshandel erhält, mit »Amateurelektronik«-Teilen steckbar ausgelegt werden können (Bild 19 gibt einen Vergleich mit TTL-Schaltkreisen).
Ein Hinweis noch zu den Versuchsplatten selbst: Für Versuchsschaltungen, manchmal aber auch für »Endlösungen«, benutzt man gern Lochrasterplatten oder Leiterplatten mit einfacher, universell verwendbarer Struktur. Beim Einsatz integrierter Schaltkreise in DIL-Gehäuse muß die Platte in jedem Punkt des 2,5-mm-Rasters gelocht sein. Alle Typen nach Bild 20 erfüllen diese Bedingung. In der

Reihenfolge – unkaschierte Lochrasterplatte – Lötpunktplatte – Streifenleiterplatte sinkt der Aufwand an Verdrahtungsarbeit, wächst aber dafür die Anzahl der Leiterpartien, die (je nach Schaltung) entfernt werden müssen. Bei unkaschierten Lochrasterplatten lassen sich viele Bauelementeanschlüsse für Versuche in die Verdrahtung einbeziehen und stehen dadurch später noch in größerer Länge zur Verfügung. Die Lötpunktplatte zwingt zur »Punkt-zu-Punkt-Verdrahtung«. Bei Streifenleiterplatten muß die Schaltung, da nur in einer Richtung durchgehende Leiter zur Verfügung stehen, möglichst auch in dieser Richtung orientiert angeordnet werden. Querverbindungen lassen sich mit Blankdraht bauelementeseitig oder mit isoliertem Draht leiterseitig herstellen.

Die Leitungs- und Lötaugendichte von Leitungsmustern für integrierte Schaltkreise ist – bedingt durch die im einfachen Rastersprung liegenden Anschlüsse – für handgezeichnete Muster hoch. Industriell gibt man Lötaugendurchmesser von 1,6 bis 1,8 mm vor, wenn zwischen den Anschlüssen kein Leitungszug hindurchgeführt wird. Andernfalls benötigt man durchkontaktierte Leiterplatten, die nur einen ganz schmalen Lötrand an der Bohrung brauchen, weil die ganze Bohrungswandfläche zur Leitung beiträgt. Die Durchkontaktierungstechnik und die ungewöhnlich schmalen Leiterbahnen (z. B. 0,3 mm) sind vom Amateur gegenwärtig wohl kaum zu realisieren. Unterschiedliche Potentiale im einfachen Rastersprung dagegen und Leiterzugbreiten unter 1 mm lassen sich aber noch gut beherrschen, wenn mit Röhrchenfeder (offene Ausführung oder Tuschefüller »Scribent«) gearbeitet und z. B. einer der vom Autor schon mehrfach empfohlenen Kopierlacke benutzt wird (»Röco«-Lack o. ä.). In offener Röhrchenfeder kann auch der Zeichenlack des seit 1974 in neuer Ausführung erhältlichen »Zeichen- und Ätzsatzes« der Firma Holz, Berlin, benutzt werden, dessen Lösungsmittel mit dem Material der »Scribent«-Füller leider nicht verträglich ist.

Das Einlöten von Schaltkreisen in Leiterplatten bedeutet stets einen entscheidenden Schritt, den man leichter tut, wenn das Auslöten ohne Beschädigen des Schaltkreises möglich ist. Spezialwerkzeuge (z. B. zum gleichzeitigen Auslöten aller 14 Anschlüsse) werden dem Amateur kaum zur Verfügung stehen. Dagegen kann er sich des Lotsauglitzenverfahrens bedienen: Zunächst entfernt man von den Lötstellen im üblichen Verfahren mit dem Lötkolben soviel Zinn wie möglich. Dann taucht man das Ende eines Stücks Kupferschirmgeflecht (z. B. von NF-Schirmkabel abgezogen) in Lötflußmittel und drückt es anschließend mit der Lötkolbenspitze auf die Lötstelle. Bald gelingt es, auf diese Weise bereits in einem oder in höchstens 2 »Anläufen« die Lötstelle so weit vom Zinn zu befreien, daß der Anschluß freiliegt. Hat man das 14mal getan, so fällt der Schaltkreis ohne Gewaltanwendung aus der Leiterplatte. Das Verfahren ist allerdings – besonders bei den üblichen Lötstellen – relativ zeitaufwendig. Die im folgenden beschriebenen kleinen Kniffe erleichtern aber das Auslöten, falls das einmal nötig sein sollte.

Eine der Möglichkeiten ist der Einbau zusammen mit einem Abstandsstück. Das bringt auch den Vorteil, daß die Lötwärme bis zum Schaltkreis einen längeren Weg hat. Die Anschlußenden brauchen außerdem nicht gekürzt zu werden, und dennoch entstehen flache Lötstellen. Einfache Abstandsstücke gewinnt man gemäß Bild 21a aus einer Lochleiste aus dem System »Amateurelektronik«. Diese Abstandsstücke werden nach Bild 21b zwischen Leiterplatte und Schaltkreis angeordnet.

Man kann jedoch auch von vornherein das Leitungsmuster entsprechend ausbilden. Sofern man darauf achtet, daß sich die Lötstellen später nicht auftrennen, wenn in ihrer Nähe gelötet wird, empfiehlt sich eine Lötstellenform nach Bild 22. Sie widerspricht zwar den üblichen Vorschriften, hat aber den Vorteil, daß sich die Anschlüsse leicht wieder ablöten lassen. Dazu nutzt man die Federwirkung der Kontakte aus: beim Anlöten von der lötfreien Seite aus z. B. mit schmaler Schraubenzieherspitze andrücken; beim Ablöten springt der Anschluß dann von selbst zurück.

Die übrige Leiterplattengestaltung entspricht den üblichen Richtlinien, wie sie u. a. in Originalbauplan Nr. 20 vorgegeben wurden; der Leser vergleiche die praktischen Beispiele der folgenden Abschnitte.

7. Bausteine mit integrierten Schaltkreisen

Im folgenden werden typische Schaltungsbeispiele mit TTL-Schaltkreisen bausteinartig in Leiterplatten umgesetzt. Es entstehen auf diese Weise – entweder in den Formaten des Systems »Amateurelektronik« oder an dessen Gehäusegrößen angepaßt – mehrfach verwendbare Einheiten. Vor allem die steckbaren Grundschaltungen, wie Multivibratoren und Schwellwertschalter, eignen sich sehr gut zur beliebigen Kombination z. B. für Arbeitsgemeinschaften. Oft werden diese Bausteine aber auch für sich allein schon eine Gerätefunktion erfüllen (z. B. Schwellwertschalter bei Überwachungsaufgaben, astabile Multivibratoren als Prüfsignalgeber, bistabile Multivibratoren als Umschalter oder monostabile Multivibratoren als Kurzzeitgeber).

7.1. Astabiler Multivibrator AMV 1 mit $^1/_2 \times$ IS 1 ($^1/_2 \times$ D 100)

Bereits mit $^1/_2$ IS 1, 2 Kondensatoren und 2 Widerständen (die außerdem verwendeten Dioden haben nur Schutzfunktion bezüglich der negativen Schaltflanken) kann in einem großen Frequenzbereich eine symmetrische Rechteckschwingung erzeugt werden. Allerdings liegt der Wert der Widerstände, bedingt durch die Gattereigenschaften, in relativ engen Grenzen fest. Dennoch können noch »Startschwierigkeiten« auftreten, die sich z. B. durch den in Bild 23 eingezeichneten Widerstand über dem linken Koppel-C beheben lassen. Die Frequenz läßt sich also im wesentlichen nur durch C1 = C2 variieren. Der Hersteller gibt R1 = R2 = R = 1 kΩ bis 2,7 kΩ und C1 = C2 = 470 pF bis 100 µF an, wobei sich $f \approx \frac{1}{2R \cdot C}$ ergibt. (Weitere Funktionserläuterungen sind im Anleitungsheft zum »Bastlerbeutel 8« enthalten.) Bei Bestückung nach Bild 23 liegt die Frequenz im Tonfrequenzbereich. Kommt es darauf an, einen variablen, möglichst kleinen Multivibratorbaustein zur Verfügung zu haben, so kann man durchaus die beiden freien Gatter ungenutzt lassen. Infolge des kleinen Formats wird der Aufbau mit Widerständen der Größe 3×11 schon recht eng; besser ist die Baugröße 2×7 (besonders für den 3,9 kΩ, der unter dem Kondensator angeordnet wird). Für einen Festfrequenzmultivibrator ergibt sich ein Leitungsmuster nach Bild 24. Im Gegensatz zum Anleitungsheft wurde Q an einen der Gatterausgänge gelegt. Soll der Schaltkreis für 2 Multivibratoren genutzt werden, so braucht man das Format 25 mm×40 mm (s. z. B. 7.3.1.!).

7.2. Impulsgeneratorbaustein IGB 1 mit $^3/_4 \times$ IS 1 ($^3/_4 \times$ D 100)

Bei Verwendung von 3 der 4 Gatter des IS 1 läßt sich in einer unsymmetrischen Multivibratorschaltung, die nur einen frequenzbestimmenden Kondensator braucht, ein mit Potentiometer abstimmbarer Frequenzbereich überstreichen (Bild 25). Das f-Verhältnis je Bereich liegt bei etwa 1 : 3; der jeweilige Bereich erfordert einen bestimmten Kondensator. Es gilt etwa $f_u \approx \frac{0,35}{(R1 + R2)\,C}$. Man kann auf diese Weise mit C-Werten zwischen 50 µF und 10 nF einen gesamten Bereich von etwa 4 Hz bis 60 kHz überstreichen.

Wird das zunächst ungenutzte Gatter eingangsseitig mit aus dem Generator gespeist, so steht an seinem Ausgang das Generatorsignal für mindestens 5 weitere Gattereingänge zur Verfügung, d. h., der Generator läßt sich stärker belasten. Außerdem gestattet der freie Eingang dieses Gatters wahlweise die Abschaltung des Ausgangssignals an Q'.

Je nach C kann der Generatorbaustein in einer Kappe der Größe 1 oder der Größe 2 von »Amateurelektronik« untergebracht werden. Benötigt man nur eine Festfrequenz, so lassen sich Stellpotentiometer und Vorwiderstand zum gewünschten Festwert »R_f« zusammenfassen (im Bereich von etwa 0,5 bis 1,5 kΩ).

Statt des eingebauten Potentiometers kann auch als Nr. 5 (von links nach rechts gezählt) ein weiterer Steckerstift eingesetzt werden, an den man außen ein Potentiometer zum Durchstimmen der Frequenz anschließt. An die Stifte 4 und 7 lassen sich über einen Schalter für die gewünschten

Frequenzbereiche Kondensatoren von außen anlegen. Der IGB 1 ist damit vielseitig verwendbar. Bild 26 enthält alle zum Bau auf dem steckbaren Format 20 mm×25 mm nötigen Informationen.
In Bild 26d und Bild 26e erkennt man den Variationsbereich der Ausgangsimpulse bei der Musterbestückung nach Bild 25.

7.3. Bistabiler Multivibrator

7.3.1. BMV 2 mit 2 × $^1/_2$ × IS 1 (2 × $^1/_2$ D 100)

Mit der Schaltung nach Bild 27 können Frequenzen, wie sie der astabile Multivibrator liefert, halbiert werden. Schaltet man 2 dieser »Flip-flops« in Serie, so teilt man 2 × 2 : 1, also 4 : 1. Da 1 IS 1 2 Flip-flops zu realisieren gestattet, ist die Unterbringung eines 4 : 1-Teilers nur noch eine Platzfrage. Man benötigt dann 4 Widerstände und 4 Kondensatoren. Daher kommt erst das Format 25 mm×40 mm in Frage (Bild 28). Der bistabile Multivibrator schaltet bei jeder negativen Flanke am Eingang um. Je nach gewünschter maximaler Teilerfrequenz liegt R1 = R2 = R zwischen etwa 5 kΩ und 50 kΩ; C1 = C2 = C wählt man zwischen 47 pF und 330 pF. Der auf der Leiterplatte verfügbare Platz gestattet das Anbringen von 2 Auskoppeltransistoren zum Schalten größerer Leistungen. Das wird in Bild 27 angedeutet und in Bild 28 berücksichtigt. Soll ausschließlich 4 : 1 geteilt werden, so kann E2 entfallen, und die in Bild 28a angedeutete Brücke ist einzusetzen.

7.3.2. BMV 1 mit $^2/_3$×IS 2 ($^2/_3$×D 110)

Mit einem zusätzlichen Gattereingang, wie er beim IS 2 gegeben ist, läßt sich der bistabile Multivibrator auf einen gewünschten Ausgangszustand bringen (Bild 29): 1 an Q erfordert, S kurzzeitig mit Masse zu verbinden (»Setzen«); für 0 an Q (»Löschen«, »Rücksetzen«) verbindet man R kurzzeitig mit Masse.
Auch dieser Flip-flop schaltet jeweils um, wenn eine negative Flanke am Eingang E erscheint. Für R und C gelten die gleichen Wertebereiche wie nach Abschnitt 7.3.1. Die zur Herstellung dieses steckbaren Teilers 2 : 1 nötigen Informationen gibt Bild 30. Bild 31a zeigt oben eine Ansteuerimpulsfolge (f_1 = 10 kHz) und darunter die Ausgangsimpulsfolge mit der Frequenz $f_1/2$, aufgenommen mit dem in Abschnitt 8.1. vorgestellten 2-Strahl-Schalter für 1-Strahl-Oszillografen. Man erkennt, daß tatsächlich bei jeder negativen Eingangsflanke am Ausgang Q umgeschaltet wird. Bild 31b zeigt die relative Phasenlage der Impulsfolgen an den beiden Ausgängen Q und $\overline{Q}$.

7.4. Monostabiler Multivibrator MMV 1 mit $^1/_2$ × IS 1 ($^1/_2$ × D 100)

Sofern die Schaltung nach Bild 32 nur 1 mal als steckbare Einheit gebraucht wird, genügt das Format 20 mm×25 mm. 2 Gatter bleiben dann ungenutzt. Nach Möglichkeit sollte ein solcher steckbarer Baustein dann aber auch von außen in der Verzögerungszeit programmierbar sein. Daher ist Herausführen der Anschlüsse von C zum Parallelschalten weiterer Kondensatoren zu empfehlen. Entsprechend $t_v \approx 0{,}75 \cdot R \cdot C$ erreicht man mit R-Werten zwischen 100 Ω und 750 Ω sowie C-Werten zwischen 1 nF und 100 μF Verzögerungszeiten zwischen etwa 0,1 μs und 50 ms. Dabei ist zu beachten, daß der gewünschte Effekt – je nach Eingangsfrequenz bzw. Breite der Eingangsimpulse – nur dann einwandfrei erzielt wird, wenn $t_v < 1/f_{Puls}$ bleibt. (Der »Mono-flop« schaltet jeweils bei einer negativen Flanke am Eingang den Ausgang Q für die Zeit t_v von H auf L. Die Verzögerung des nächsten – beliebig kurzen – Eingangsimpulses, also seine »Verbreiterung« auf t_v, – läßt sich nur ermöglichen, wenn vorher der Mono-flop nach Ablauf von t_v in die Ruhelage zurückgekippt ist.) Bild 33 gibt Informationen zur Herstellung des Bausteins. Soll der MMV 1 für unterschiedliche Verzögerungszeiten benutzt werden, so sind zusätzlich die beiden gestrichelten Stecker einzulöten. An sie wird dann über die Federleiste die jeweils gewünschte Kapazität angeschlossen.

Bei Ausnutzung aller Gatter lassen sich 2 Mono-flops auf einer gemeinsamen Platte 25 mm×40 mm realisieren, wobei man z.B. die beiden Teilschaltungen aus dem Format 20 mm×25 mm durch »Gegeneinanderstellen« gewinnt.

7.5. Schmitt-Trigger-Baustein STB 1 mit 1×IS 3 (1×D 120)

Besonders einfach ist dieser Baustein zu realisieren, der u.a. dem Umwandeln »systemfremder« Signalspannungen in rechteckförmige Spannungsverläufe dient, denn die (dynamischen) TTL-Schaltungen (z.B. Mono-flop und Flip-flop) benötigen steile Impulsflanken. Außerdem kann dieser Baustein auch als (statischer) Schwellwertschalter eingesetzt werden.
Erhält E 1 eine »1«-Spannung von etwa 2,1 V (oder mehr), so geht Q von 0 auf 1. Das setzt aber unbeschaltete bzw. ebenfalls auf 1 liegende Eingänge E2 und E3 voraus. Liegt mindestens ein Eingang (E2 oder E3) an 0, so haben Potentialänderungen an E1 keine Wirkung. Umgekehrt heißt das, daß Q von 1 auf 0 kippt, wenn bei 1 an E1 z.B. E2 (oder E3) an 0 gelegt wird. Bei E2 und E3 auf 1 muß die H-Spannung an E1 auf etwa 1,4 V sinken, bevor wieder 0 an Q erscheint (Wirkung der Diode; Hysterese-Effekt). Leider war im Anleitungsheft diese Diode falsch gepolt. Die richtige Lage erkennt man aus Bild 34. Bild 35 gibt die zum Bau nötigen Informationen. Man erhält einen steckbaren Baustein vom Format 20 mm×25 mm. Da noch Platz vorhanden war, erhielt die Schaltung in Form des Eingangs »(+)« eine Einspeisemöglichkeit für 6 V, während sonst möglichst nur 5 V (als Nennspannung) angelegt werden sollen.
Falls keine Beeinflussung über weitere Eingänge erforderlich ist, läßt sich der Schmitt-Trigger auch mit $^1/_2$×IS 1 ($^1/_2$×D 100) realisieren, oder es entsteht wieder ein Doppelbaustein mit 2 Schmitt-Triggern (auf 25 mm× 40 mm), den man z.B. durch Vorschalten einer weiteren Diode vor E1 als »Fenster«-Diskriminator zur Anzeige eines bestimmten Spannungsbereichs benutzen kann.

7.6. Schwellwertschalter SWS 2 mit 1×IS 1 (1×D 100)

Diese Schaltung läßt sich ähnlich der nach Abschnitt 7.5. einsetzen; allerdings entfällt die zusätzliche Rückstellmöglichkeit. Außer 2 Dioden, die die Hysterese der Schaltspannung bestimmen, braucht diese Variante keine äußeren Bauelemente. Die beiden mittleren Gatter bilden ein sogenanntes Speicher-Flip-flop. Bei Eingangssignal »0« erscheint am Ausgang von G 3 1, desgleichen am Ausgang von G2. Daher hat auch der obere Eingang von G1 1-Potential, und damit führt sein Ausgang 0-Potential, ebenso der untere Eingang von G2. Am Ausgang von G2 liegt 1, also am Ausgang von G4 0.
Überschreitet jetzt das Eingangssignal die Ansprechschwelle (1), dann wird der G3-Ausgang auf 0 gelegt, so daß der Ausgang von G1 1 annimmt. Damit liegt jetzt an beiden Eingängen von G2 1, und sein Ausgang schaltet auf 0. Das heißt, daß nun der Ausgang von G4 1-Potential annimmt: Der Schwellwertschalter hat seine andere Lage eingenommen, so lange die Eingangsspannung in der erforderlichen Höhe anliegt.
Beide Schwellwertschalter wandeln also »systemfremde« Signale ausreichender Amplitude in 1-0-Signale genügend steiler Flanke um. Statischer Einsatz als Schwellwertschalter ist ebenfalls möglich.
Bild 36 zeigt den Stromlaufplan des SWS 2, Bild 37 den Bestückungsplan.

8. Anwendungsbeispiele (Gerätetechnik)

Die einführenden Bauempfehlungen für D 10-Schaltkreise lassen in diesem Bauplan relativ wenig Platz für komplette Anwendungen. Da Digitaltechnik ein typisches Betätigungsfeld für Arbeitsgemeinschaften darstellt, kann vorausgesetzt werden, daß viele Anwender Zugang zu einem Oszillografen haben. Das Verständnis für Digitalschaltungen wird wesentlich gefördert, wenn bei der Beobachtung am Oszillografen gleichzeitig 2 Vorgänge, in der Phase gekoppelt, sichtbar gemacht werden können (z.B. Taktfrequenz und geteilte Frequenz wie in Abschnitt 7.3.). Verbreiteter (weil billiger) sind aber Einkanaloszillografen. Der folgende Zweikanalschalter wurde ebenfalls nach einer Anregung aus dem Anleitungsheft zu Bastler-Beutel 8 gestaltet, weicht aber in wesentlichen Einzelheiten von diesem ab.

8.1. Zweikanalschalter für digitale Vorgänge

Gegenüber der Ursprungsschaltung mußten zunächst zur Sicherstellung der Funktion alle Dioden (außer den beiden Schutzdioden des Multivibrators) umgepolt werden. Der Widerstand von 1 kΩ war statt an Masse an Plus zu legen. Statt 2×0,1 µF erhielt der Multivibrator 2×5 µF, so daß auch langsame Impulsfolgen (bis etwa 500 Hz) noch gut beobachtet werden können. Schließlich brachten die ursprünglich vorgegebenen Schmitt-Trigger »obenliegende« Nullinien, die das Auswerten der Oszillogramme erschwerten (Schaltflankenrichtung!). Daher wurden an ihre Stelle nur einfache Negatoren aus je 1 Gatter gelegt.
Für ein solches Kleingerät, von dem von vornherein nicht immer vorgegeben ist, mit welchem Hauptgerät es zusammengeschaltet wird, wählt man am besten eine eigene Stromversorgung, z.B. aus einer eingebauten Batterie. Das Abschalten einer Batterie vergißt man jedoch oft. Im vorliegenden Fall bot sich eine Einschaltautomatik an, die vom zu untersuchenden Potential selbst gesteuert wird.
Da mindestens immer je ein Eingang H-Signal erhält (positive Logik der TTL-Reihe), wurde diese Schaltung gemäß Bild 38 ausgelegt. Bei Bedarf (z.B. dann, wenn das Gerät für kurzzeitige Tests in Bereitschaft gehalten werden soll oder wenn etwas kleinere Pegel zu erwarten sind) kann ein »Schnellstart« über eine nichtrastende Drucktaste erfolgen. Im Normalbetrieb wird der Speicherkondensator vom 1-Signal des 1. Meßpunkts in etwa 3 s so weit aufgeladen, daß die Einschaltautomatik anspricht. Er hält diesen Zustand nach Abklemmen des Eingangs noch etwa 10 s. Das ist ausreichend, damit man bei Übergang auf den nächsten Meßpunkt nicht erst bis zum neuen Selbststart warten bzw. die Schnellstarttaste betätigen muß. Im Ruhezustand nimmt die Schaltung nur einige zehn Mikroampere auf, vorausgesetzt, der pnp-Transistor hat einen genügend kleinen Kollektor-Reststrom (Ruhestromaufnahme des Musters mit GC 301a als Schaltstufe: ≦30 µA bei 25 °C). Die Dioden im Automatikzweig verhindern, daß die Automatik bereits von der Spannung der offenen Gattereingänge gestartet wird.
Bild 39 zeigt ein mögliches Leitungsmusterskelett und den zugehörigen Bestückungsplan. Für den Nachbau liefern Stromlaufplan und Bild 40 genügend Anhaltspunkte. (Bei Bild 40 handelt es sich aber noch um die ursprünglich nach dem Anleitungsheft ausgelegte Leiterplatte. Verbindlich für den Nachbau ist Bild 39!)
Die Leiterplatte kann relativ flach bestückt werden, da die höchsten Bauelemente weniger als 10 mm Höhe beanspruchen. An der Vorderkante bleibt bauelementeseitig Platz für Buchsen, Taste und Potentiometer für die Höhenverschiebung. (Dieses Potentiometer wurde – falls feste, selten zu verändernde Einstellung genügt – auf der Leiterplatte nochmals als Stellpotentiometer vorgesehen.)
Die Leiterplatte füllt mit 55 mm×110 mm das Gehäuseformat nahezu voll aus; an den beiden Schmalseiten bleibt an den Wandplatten gerade noch der für die beiden Gleitschienen erforderliche Platz.
Das Gehäuse, das aus Wandelementen des Systems »Amateurelektronik« besteht (s. Originalbauplan Nr. 26), dient gleichzeitig als Träger für Leiterplatte, Batteriebehälter und Anschlüsse sowie Bedienelemente. Es besteht aus 2 kleinen Wandelementen (33 mm × 55 mm) mit umlaufender Fuge,

2 Platten für Boden und Decke, die aus je einem großen Wandelement (99 mm × 165 mm) ausgesägt wurden, aus 4 Trägerschienenstücken (55 mm lang) sowie aus 2 aus je einem großen Frontelement (63 mm × 173 mm) gesägten Stücken 41 mm × 118 mm.
Die Buchsen und die Bedienelemente wurden unmittelbar in entsprechenden Bohrungen der Frontplatte montiert. Das erfordert im zusammengesetzten Zustand (wobei das Gehäuse demontierbar bleiben muß!) eine zuverlässige Arretierung besonders an den Buchsenpartien. Durch Verkleben der Frontplatte und der Seitenplatten ergibt sich infolge der großen Reibung zwischen Seitenplatten und Trägerschienen eine genügende Stabilität gegenüber den beim Lösen der Stecker auftretenden Kräften. (Bei Bedarf rauht man die Trägerschienen etwas mit Benzol o.ä. an.)
Die elektrischen Verbindungen zwischen den Frontplattenteilen und der Leiterplatte legten auch eine (flexible) mechanische Kopplung nahe. Daher wurden die Gleitschienen für die Leiterplatte ebenfalls an den Wandelementen angeklebt. Einziger mechanischer Eingriff: Entfernen eines kleinen Teils der Querrippe auf den Wandelementen.
Die Trägerschienen werden an den beiden Wandelementen befestigt, die Boden- und Deckplatte bilden. Sie lassen sich also zunächst nach oben und unten ausheben, so daß die Einheit Frontplatte – Seitenteile – Gleitschienen – Leiterplatte allseitig zugänglich wird. Die Leiterplatte muß also aus den Gleitschienen nicht mehr entfernt werden, und auch in diesem Zustand bleibt das Gerät funktionsfähig.
Die 3 Batteriebehälter werden nach Entfernen der hinteren Rippe der Bodenplatte mit den Öffnungen nach unten auf die Platte gelegt. In dieser Lage klebt man die Rückwand an die Rückseiten der Batteriebehälter. Dadurch entsteht eine mit der Rückwand verbundene, gegenüber der Schaltung isolierte Batterieschublade.
Die Arretierung von Boden- und Deckplatte bezüglich der Vorder- und Rückwand erfolgt durch 1-mm-Steckerstifte (ebenfalls im System enthalten), die in die Trägerschienen eingesetzt werden. Die erforderlichen Löcher bohrt man durch die Rückwand mit 1-mm-Bohrer in die Schienen. Dieser Klemmsitz, der bei Batteriewechsel z.B. mit dem Messer gelöst werden kann, erwies sich bei den vorliegenden kleinen Gerätedimensionen als sehr zuverlässig.
Die Montage des Geräts wird daher nach Vorbereiten der einzelnen Teile wie folgt ausgeführt:
- Aussparungen für Gleitschienen in den Seitenteilrippen anbringen;
- Gleitschienen einkleben;
- vormontierte Frontplatte auf Seitenteile stecken und kleben;
- Leiterplatte in Gleitschienen einschieben;
- Verdrahtung mit Frontplatte;
- Deck- und Bodenplatte mit je 2 Trägerschienen verbinden;
- hinten Rippe der Bodenplatte entfernen;
- Deck- und Bodenplatte auf Seitenteile setzen;
- Batteriebehälter einlegen und an Rückwand ankleben;
- Bodenrippen des mittleren Behälters wegen des Potentiometers und der Drucktaste etwas kürzen;
- Rückwand einschieben;
- je 4 Bohrungen (Durchmesser 1 mm) durch Vorder- und Rückwand hindurch in Trägerschienen anbringen;
- 1-mm-Stifte einsetzen.

Nach Bestücken der Batteriebehälter mit Kontaktplatten (kupferkaschiertes Hartpapier), Verdrahten und Einsetzen der Batterien ist das Gerät funktionsbereit. Y- und Triggerausgang werden dazu mit dem Oszillografen verbunden (im Beispiel mit EO 174 A); die Eingänge legt man an die gewünschten Punkte der zu untersuchenden Digitalschaltung. Zur Kontrolle wird die Schnellstarttaste gedrückt, so daß gegebenenfalls Pegel, die etwas unterhalb des normalen H-Wertes liegen, auf den die Automatik anspricht, noch sichtbar gemacht werden können. Bei »normalen« Impulsfolgen startet und hält die Automatik das Gerät für die Dauer der Prüfung im »Ein«-Zustand. Bei Übergängen auf andere Meßpunkte bleibt der »Ein«-Zustand für ausreichende Zeit (einige Sekunden) gespeichert, der 3-s-Anlauf gilt also nur für den ersten Start.
Bild 41 vermittelt einen Gesamteindruck von diesem handlichen Gerät.

8.2. Experiment: Audionempfänger mit $^3/_4 \times$ IS 1 ($^3/_4 \times$ D 100) für Hörer oder Lautsprecher

Normalerweise werden die Gatter der D 10-Reihe so betrieben, daß am Ein- bzw. Ausgang L-Signal oder H-Signal anliegen, also eine sehr kleine Spannung oder – im Höchstfall – die Betriebsspannung. Für andere Betriebsfälle übernimmt der Hersteller keine Garantie.
Vom Aufbau der Gatter her ist es aber prinzipiell möglich, diese Schaltung im »aktiven Bereich« zu betreiben, wenn dafür gesorgt wird, daß man sie nicht zu stark belastet. Die Schaltung nach Bild 42 ist als Experiment anzusehen, das sich mit einem billigen IS 1 durchaus lohnt. Durch den Emitterfolger im Gattereingang erhält man günstige Ankoppelverhältnisse, d.h., die Koppelkondensatoren können klein sein. Der Schwingkreis ließ sich sogar ohne Anzapfung anschließen. Die Eingangsschaltung ergibt einen weichen Rückkopplungseinsatz. Gegen HF-Schwingerscheinungen über mehrere Gatter hinweg waren die Ableitkondensatoren notwendig, Gatter 2 mußte über getrennte Eingänge angekoppelt und vorgespannt werden. Die »Vorspannung« erfolgt über die 33-kΩ-Widerstände. Dadurch wird gerade eine solche Spannungsteilung erzielt, daß die Basis-Kollektor-Diode des Mehremittertransistors und die zu ihr in Serie liegenden Basis-Emitter-Dioden des Emitterfolgers im Gatter genügend weit geöffnet werden. Beide Gatterendstufentransistoren arbeiten dann im aktiven Bereich. Die Arbeitswiderstände der Ausgänge liegen an der vollen Betriebsspannung. Die Schaltkreis-Betriebsspannung von etwa 2,3 V allerdings – und das ist die »schwache Stelle« dieser Schaltung – muß in engen Grenzen gehalten werden. Andernfalls ist die Bedingung, daß beide Ausgangstransistoren jedes Gatters wechselspannungsmäßig aussteuerbar sind, nicht mehr gegeben. In der Schaltung nach Bild 42 wird dieser Wert mit einem Vorwiderstand eingestellt, den man bei abfallender Batteriespannung »nachziehen« muß. Damit sich ein möglichst weiter Drehbereich ergibt, empfehlen sich Stabilisierungsmaßnahmen. Betrieb ohne Nachstellen über längere Zeit (wenn keine größeren Temperaturschwankungen auftreten) läßt sich ermöglichen, wenn man für die Stromversorgung 2 RZP2-Kleinakkumulatoren (4 V) benutzt. Elektronische Stabilisierungsmaßnahmen für die Schaltkreisspannung sind zwar möglich, aber im Verhältnis zum Zweck wohl doch etwas aufwendig. (Dann könnte man die erforderlichen Transistoren auch z.B. für eine leistungsfähigere Endstufe verwenden.)
Problematisch war auch der ausgangsseitig für brauchbaren Lautsprecherbetrieb erforderliche Übertrager, da bekanntlich K 31 kaum noch verfügbar sind. Daher wurde ersatzweise ein für diesen Zweck ausreichender Übertrager auf einem Schalenkern der Größe 18×11 (Durchmesser mal Höhe), $A_L = 250$ (notfalls A_L bis 630), gewickelt; primär 400 Wdg., 0,14-mm-CuL, sekundär 80 Wdg., 0,2-mm-CuL. Er nimmt keinen größeren Raum als K 31 ein.
Für dieses Gerät eine Leiterplatte anzugeben erschien wenig sinnvoll, da Anordnung und Platzbedarf hauptsächlich von den Abstimm-Mitteln, von der Batterie und vom Lautsprecher bestimmt werden. Als Ferritstab diente ein bereits bewickelter aus einem Bausatz »EBS 2-1«, von denen zum Manuskriptzeitpunkt mancherorts noch preisgesenkte Bestände im Handel waren. (Wickeldaten s. z. B. Originalbauplan Nr. 13, »System Komplexe Amateurelektronik«, 3. Auflage 1974.) Die Lage der Wicklungen und Anschlüsse (bei gleichem Wickelsinn) geht aus dem Bild hervor.
Das Versuchsmuster wurde durch Verschieben des Stabes abgestimmt (festes Kreis-C für Mittelwelle 330 pF). Durch die relativ hochohmige Ankopplung des Kreises erzielt man eine gute Trennschärfe auch unter den schwierigen Verhältnissen großer Senderdichte z.B. im Berliner Raum. Als Lautsprecher wähle man einen nicht zu kleinen Typ, wenn auf guten Wirkungsgrad der Schaltung Wert gelegt wird. (Es werden ihm ja nur wenige Milliwatt angeboten!) Bei Kopfhörerbetrieb genügen 2 Gatter; in Bild 42 wurden die Anschlußstellen angedeutet.

8.3. Überwachungsschaltung

Für Überwachungsschaltungen gibt es zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, angefangen von der Alarmgabe bei Brand, Wassereinbruch oder unbefugten Eingriffen bis hin zur Signalisierung von Fehlern in Anlagen. In diesem Rahmen soll nur auf eine der Besonderheiten hingewiesen werden, die D 10-Schaltkreise für solche Aufgaben bieten. Sollen z.B. mehrere Orte überwacht werden, die von der »Zentrale« relativ weit entfernt, untereinander aber enger benachbart sind, so bietet sich ein Gatter mit möglichst vielen Eingängen an, wie der IS 4 (Bild 43a). Die Fehlereingabe erfolgt durch L-Pegel (0). Ein Fehler genügt, um den ursprünglich auf Zustand 0 liegenden Ausgang auf 1 umzuschalten. Mit diesem 1-Signal kann in der Zentrale z.B. ein Tongenerator gestartet werden, der den Fehler akustisch meldet. Er läßt sich mit dem IGB 1 realisieren, wenn keine große Schallenergie nötig ist (Bild 43b). Der Vorwiderstand begrenzt die Belastung des Schaltkreises. Bei Einsatz des Übertragers entsprechend Abschnitt 8.2. ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad durch Widerstandsanpassung (in Bild 43b mit angedeutet).
Bei getrennter Stromversorgung beider Teile genügt eine 2-Drahtleitung zu jeder »Überwachungsgruppe« mit (im Beispiel) je 8 Meldestellen. Die einfachste Meldeform darüber, wo der Alarm ausgelöst wurde, stellt eine Lampe je Überwachungsstelle dar (im Beispiel Information durch Verlöschen), so daß zur Eingabe Umschaltkontakte geeignet sind (z.B. Mikrotaster nach Bild 43c). Daß eine solche Einrichtung aber auch wesentlich mehr »Komfort« enthalten kann, zeigt z.B. die hier nicht behandelte Schaltung aus dem Anleitungsheft.

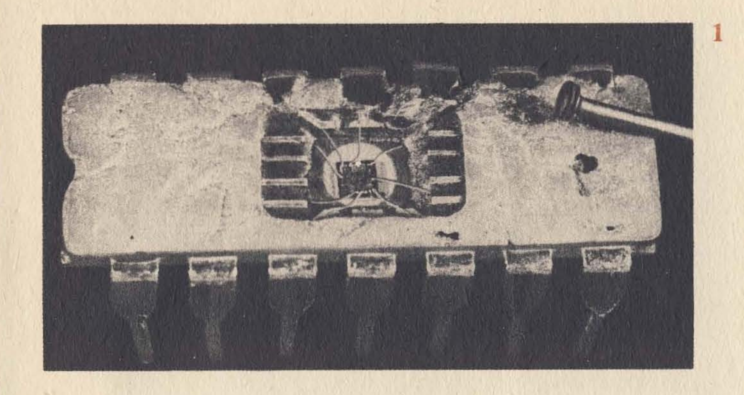
9. Stromversorgung

Die Stromversorgung von TTL-Schaltkreisen läßt sich mit Amateurmitteln relativ einfach lösen, so lange die Schaltungen nur wenige Schaltkreise enthalten. Dann bleibt der Strombedarf in solchen Grenzen, daß einfache Netzteile oder auch Batterien benutzt werden können.
Grundsätzlich stellt allerdings der kaum zu beeinflussende, relativ hohe Ruhestrombedarf der TTL-Schaltkreise einen spürbaren Nachteil bei Anwendung von Batteriespeisung dar. Für bestimmte Anwendungsfälle hilft z.B. eine Ein- und Ausschaltautomatik »Strom sparen«, wenn die aktiven Zeiten klein gegenüber der gesamten Bereitschaftszeit sind (s. den Zweikanalschalter in Abschnitt 8.1.). Will man nicht in der Nähe der Grenzwerte arbeiten, so wird es allerdings bei einer 6-V-Quelle nötig, eine Spannungsreduzierung vorzunehmen. Dazu eignet sich eine in Flußrichtung betriebene Siliziumdiode mit entsprechendem zulässigem Durchlaßstrom gut ($U_D \approx 0{,}7$ V, relativ wenig stromabhängig). In einigen Bausteinen dieses Bauplans wurde, sofern Platz zur Verfügung stand, daher eine solche Diode mit vorgesehen. Daß gerade 6 V als Ausgangspunkt dienen, liegt durch die relativ günstige Entladecharakteristik gasdichter Akkumulatoren nahe (z.B. 3×RZP2 oder auch Speisung aus einer – ungepufferten – 6-V-Pkw-Batterie).
In diesem Bauplan wurde aus thematischen Gründen weder auf umfangreichere Schaltungen (für die stabilisierte 5-V-Netzgeräte sinnvoll wären, z.B. ein auf 5 V eingestellter SGB 1 nach Bauplan 26), noch auf die Störprobleme eingegangen, die sich durch die Empfindlichkeit der TTL-Kreise gegenüber »steilen Flanken« von Störimpulsen ergeben und entsprechende Maßnahmen erfordern, wie Abblocken der Betriebsspannung in Schaltkreisnähe, Begrenzung der Leitungslängen usw. Das kann erst Gegenstand tiefergehender Erläuterungen sein, wie sie der Leser in der entsprechenden Literatur findet.

10. Literatur über Digitaltechnik

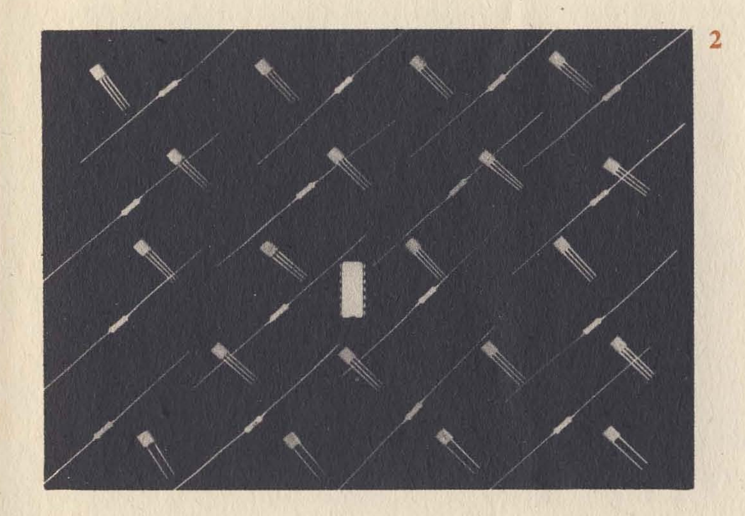
Gerade zu diesem Gebiet erschienen während der letzten Jahre eine derartige Fülle an Veröffentlichungen, daß es schwerfällt, die geeignetsten herauszufinden (abgesehen davon, daß heute die mathematischen Grundlagen dazu bereits zum allgemeinen Schulwissen gehören). So sei nur auf 4 Werke verwiesen, in denen (allgemeinverständlich) Grundinformationen zur Digitaltechnik enthalten sind.

[1] Rumpf/Pulvers: Transistorelektronik, VEB Verlag Technik, Berlin (2. Auflage 1965)
[2] Kühn/Schmied: Integrierte Schaltkreise, VEB Verlag Technik, Berlin 1972
[3] Wahl, R.: Elektronik für Elektromechaniker, VEB Verlag Technik, Berlin (5. Auflage 1974)
[4] Eckhardt/Konrad/Leupold: Digitale Grundschaltungen und ihre Anwendung, VEB Verlag Technik, Berlin 1974 (Reihe Automatisierungstechnik, Band 161)



1

Bild 1
Blick in einen geöffneten integrierten Schaltkreis (rechts im Bild als Größenvergleich ein Stecknadelkopf)



2

Bild 2
Diese Bauelementemenge stellt in etwa die Nachbildung des ebenfalls im Bild erkennbaren Schaltkreises IS 1 (D 100) dar

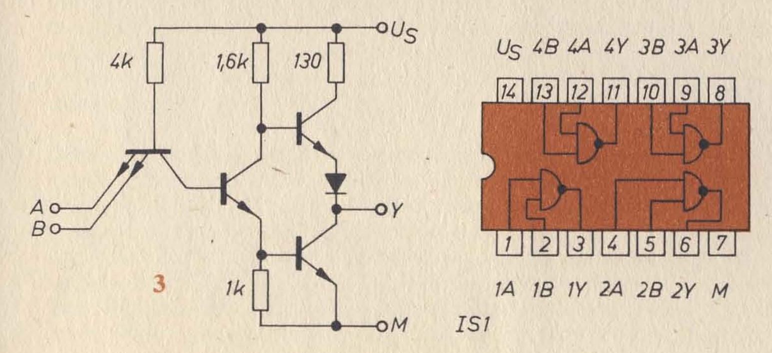


Bild 3
Stromlaufplan eines der 4 Gatter des D 100 und Anschlußschema

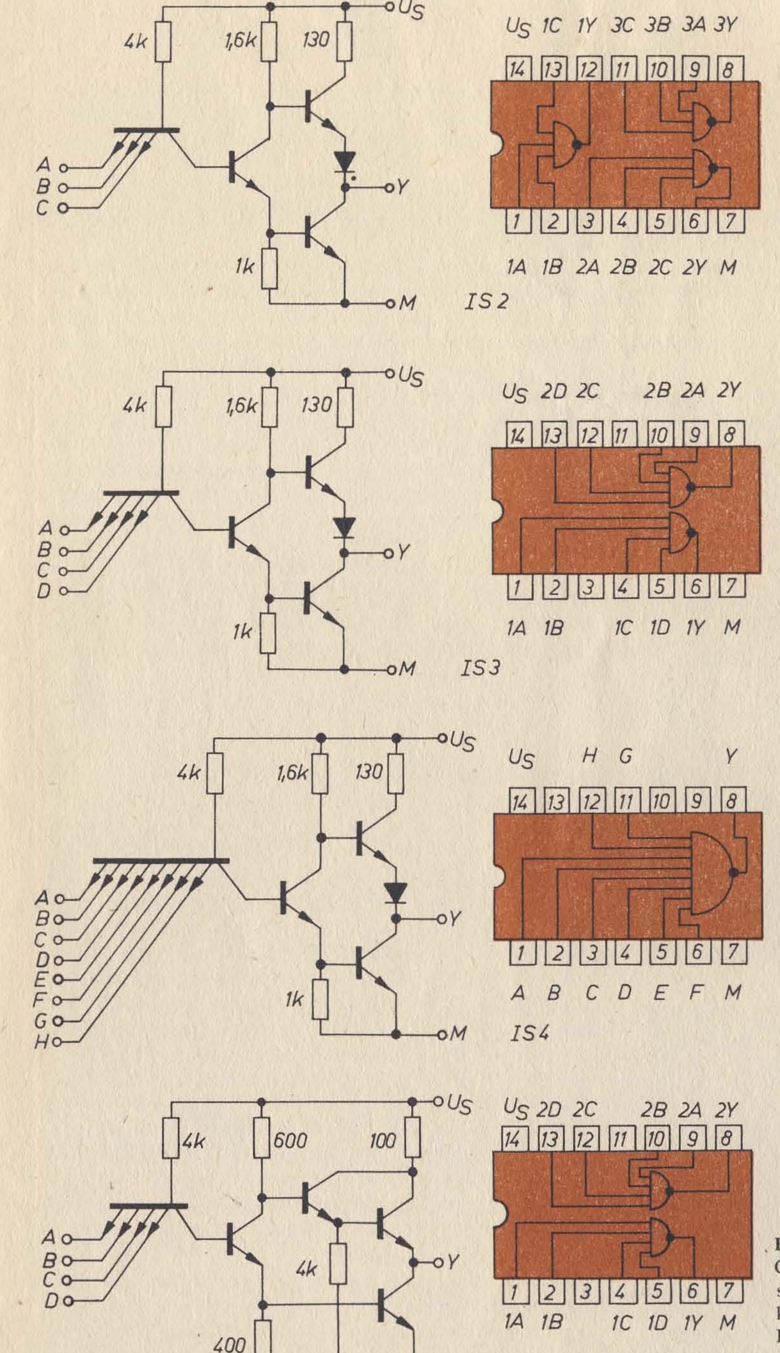
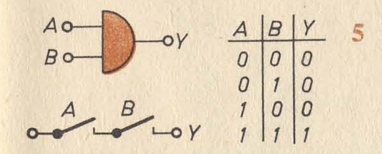
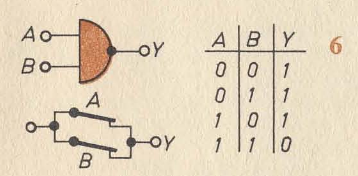


Bild 4
Gatterstromlaufpläne und Anschlußbelegungen der Schaltkreise IS 2 bis IS 5 (D 110 bis D 140)



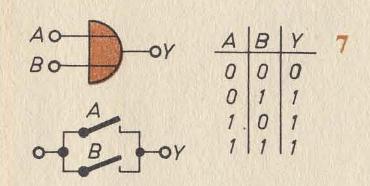
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bild 5
UND-Glied (Symbol und Nachbildung durch Kontakte) und seine Funktionstabelle (»Wahrheitstabelle«)



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Bild 6
NAND-Glied (UND-Glied mit »Negation«, durch Punkt am Ausgang symbolisiert), Nachbildung durch Kontakte und Funktionstabelle



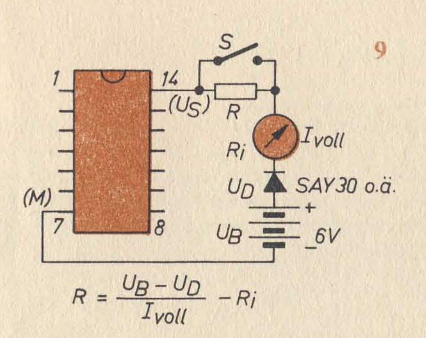
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Bild 7
ODER-Glied, Nachbildung durch Kontakte und Funktionstabelle

8

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Bild 8
NOR-Glied (ODER-Glied mit »Negation«), Nachbildung durch Kontakte und Funktionstabelle



$$R = \frac{U_B - U_D}{I_{voll}} - R_i$$

Bild 9
Erste Funktionskontrolle von IS 1 bis IS 5 über Stromaufnahme

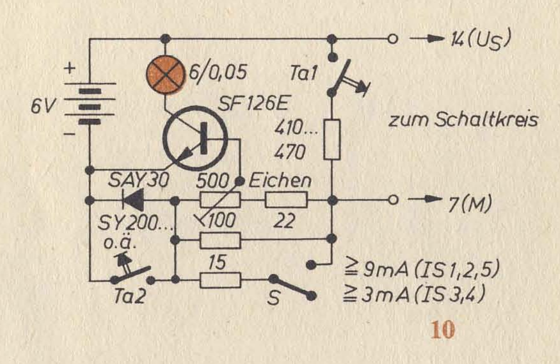
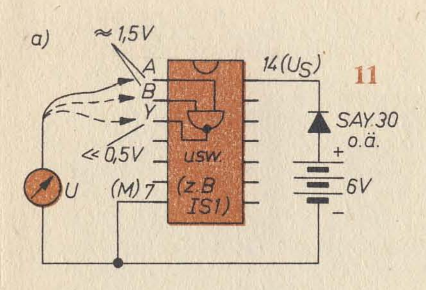


Bild 10
Kontrollmöglichkeit für die Stromaufnahme ohne Amperemeter

Bild 13
Teile einer Eigenbaufassung aus Transistorfassungen für Schaltkreis

Bild 14
Bei Einstecken des Schaltkreises bleiben 4 Anschlüsse frei; die Fassung kann also gegebenenfalls gekürzt werden

Bild 15
Unten Fassung nach Bild 14, darüber industriell hergestellte Typen



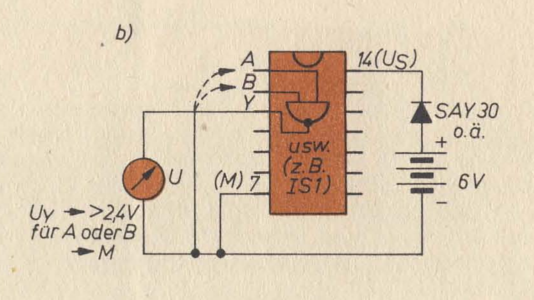


Bild 11
a – Gatterkontrolle im Leerlauf,
b – Ansprechkontrolle durch Nullpotential an Gattereingang

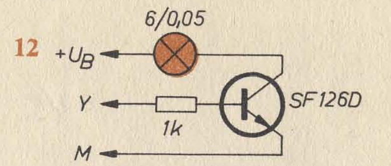
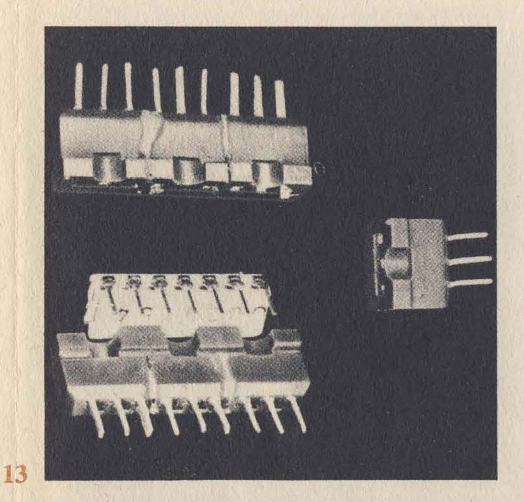
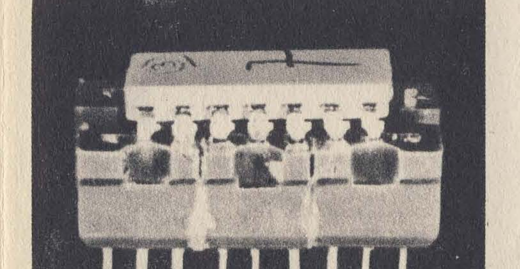
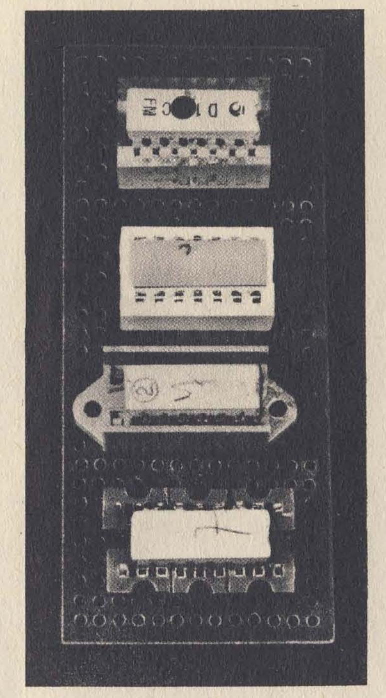
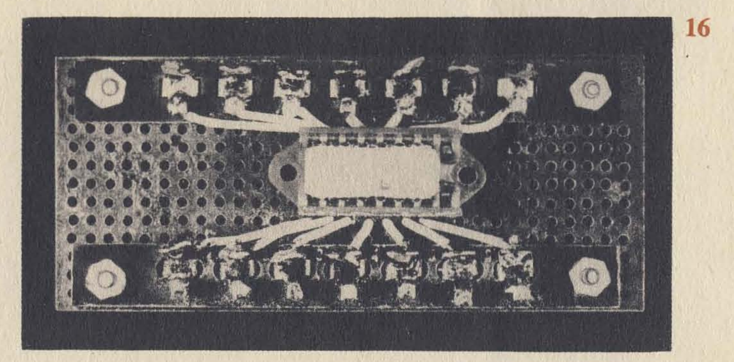


Bild 12
Anzeigemöglichkeit für Bild 11 ohne Amperemeter



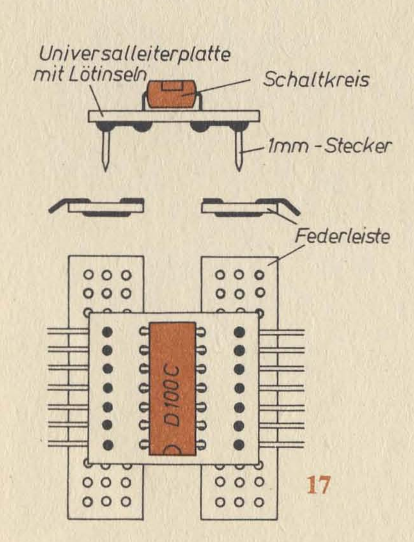






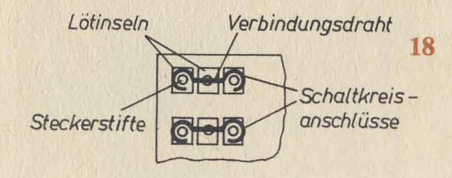
16

Bild 16
Adaptierung einer IS-Fassung auf Lötösenleiste als robuste Versuchsschaltung



17

Bild 17
Auf kleiner Universalleiterplatte des Systems »Amateurelektronik« steckbar gemachter Schaltkreis; Federleisten ebenfalls von »Amateurelektronik«



18

Bild 18
Diese Maßnahme erleichtert in der Anordnung nach Bild 17 das Wiederauslöten des Schaltkreises

19

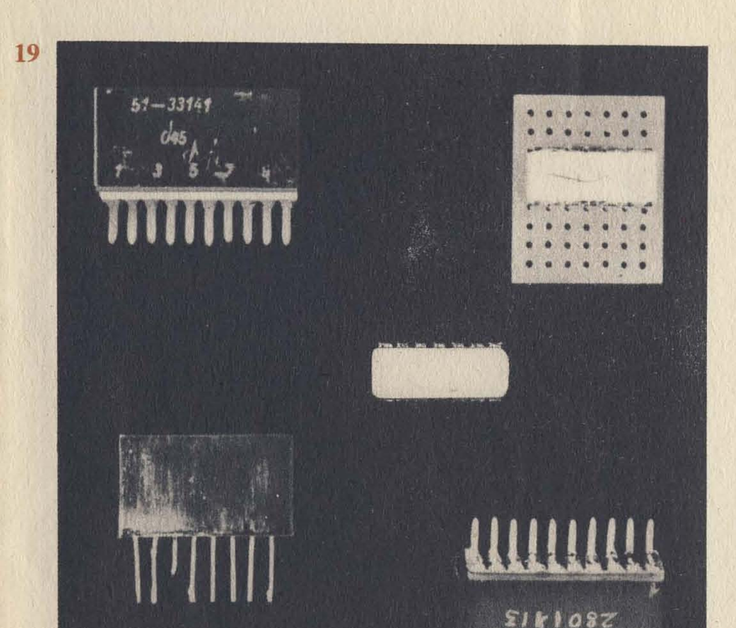
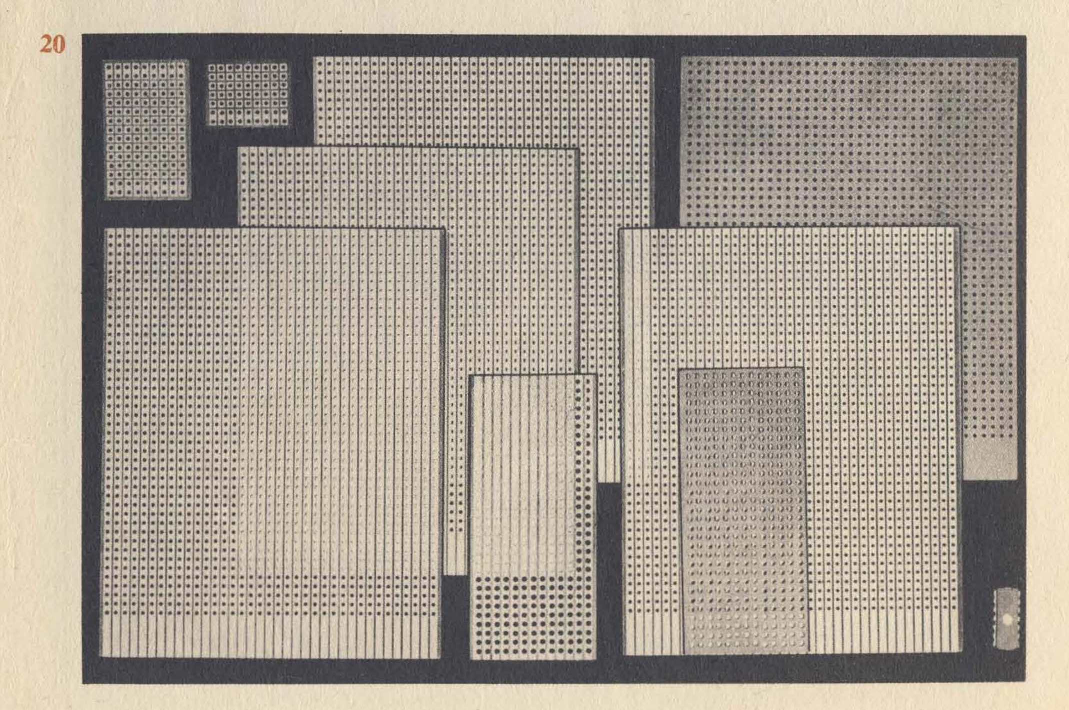


Bild 19
Mit 1-mm-Steckern adaptierte KME3-Schaltkreise im Vergleich mit TTL-Schaltkreisen

Bild 20
Alle diese (handelsüblichen) Versuchsplatten eignen sich für Bestückung mit integrierten Schaltkreisen (ein TTL-Schaltkreis ist in der Bildecke zum Vergleich zu erkennen)

20



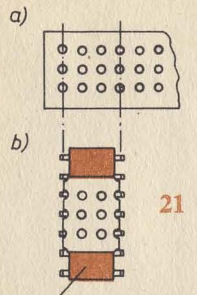


Bild 21
a – Dieses Stück einer Lochleiste von »Amateurelektronik« kann als Zwischenlage bei Einbau von Schaltkreisen dienen (s. Text), b – Anordnung des Plättchens nach a (Ecken des Plättchens abgeschnitten)



Bild 22
»Unkonventionelle« Lötaugenform erleichtert Schaltkreisdemontage

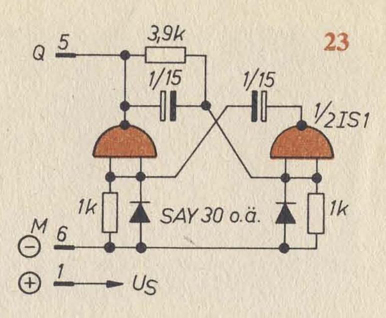
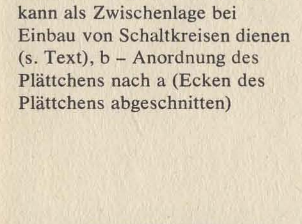
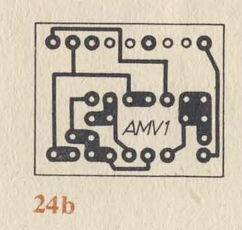
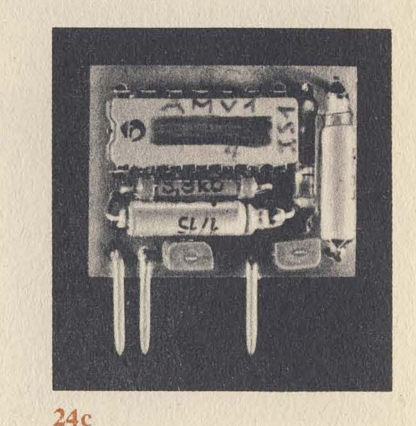


Bild 23
Astabiler Multivibrator »AMV 1« mit 1/2 IS 1. R3 (3,9 kΩ) erleichtert den Start







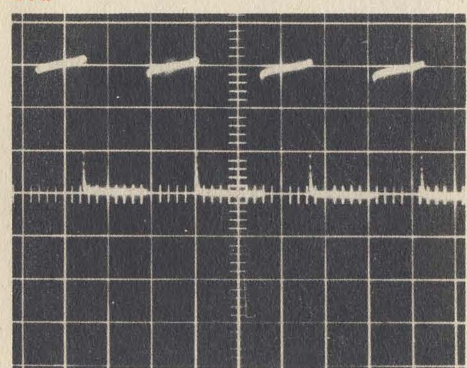


Bild 24
AMV 1, auf »Amateurelektronik«-Format 20 mm × 25 mm steckbar gemacht: a – Bestükkungsseite, b – Leiterseite, c – Muster (noch nicht endgültige Steckerlage – s. Bildteil a), d – Impulse

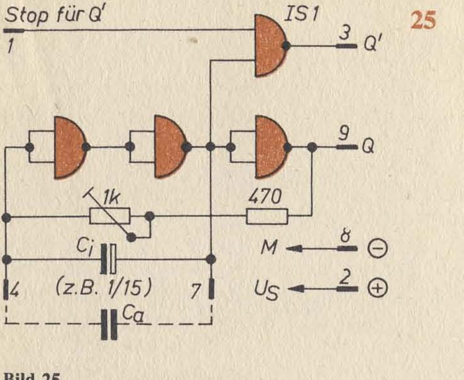
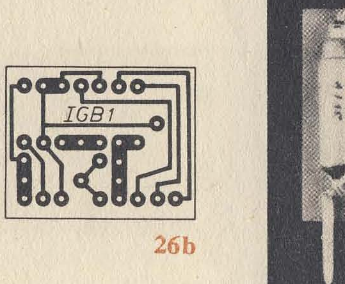
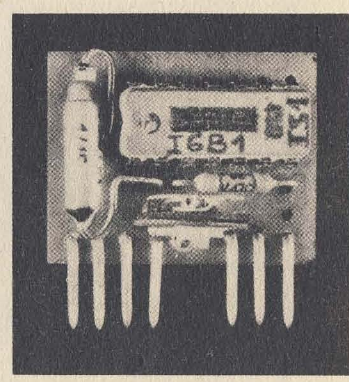


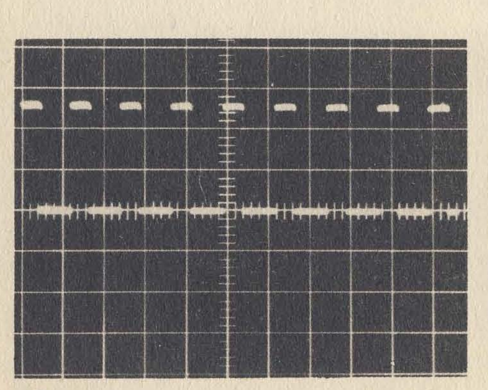
Bild 25
Impulsgeneratorbaustein IGB 1 mit IS 1. Durch den veränderbaren Widerstand können bei Umschalten von C (Außenbeschaltung) Frequenzen zwischen etwa 4 Hz und 60 kHz eingestellt werden. Einbau eines Fest-C ist vorgesehen. Ausgang Q' erlaubt Belasten ohne Beeinflussung des Generators

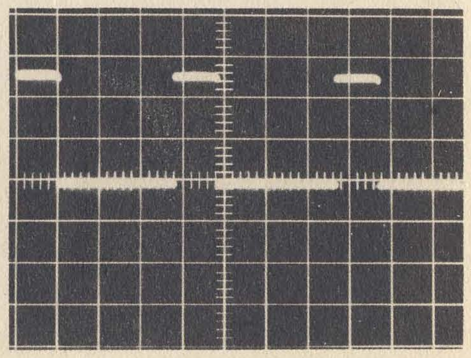
Bild 26
IGB 1, auf Format 20 mm × 25 mm steckbar gemacht. Die Frequenz kann wahlweise mit Einstellpotentiometer Gr. 05 intern oder mit externem Drehwiderstand eingestellt werden (dann statt Einstellpotentiometer Stecker vorsehen!). Bei höheren Frequenzen läßt sich auch C auf der Leiterplatte montieren (C_i); für niedrigere f außen Zusatz-C anschalten (C_a). a – Bestückungsseite, b – Leiterseite, c – Muster, d – kleinster R-Wert, e – größter R-Wert (d und e: Variationsbereich)

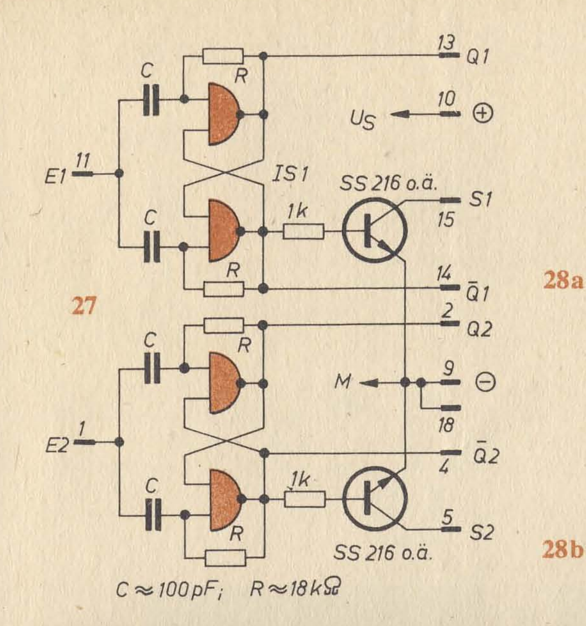
IS 1
470
R_f
C_i
1k
Stop ⊕ Q' C   C ⊖ Q
R_f : statt 1k u. 470 Ω bei Festfrequenz
26a



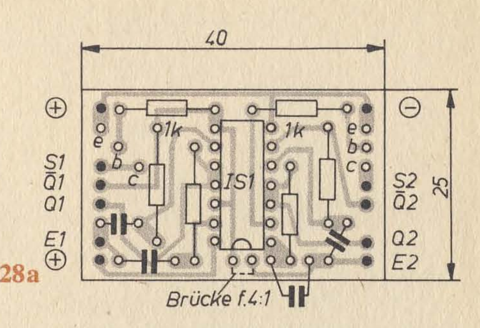




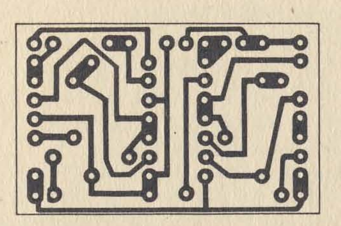




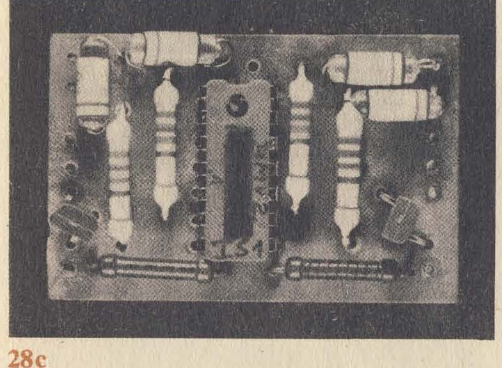
27



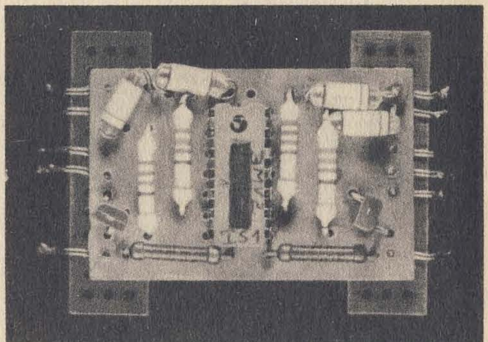
28a

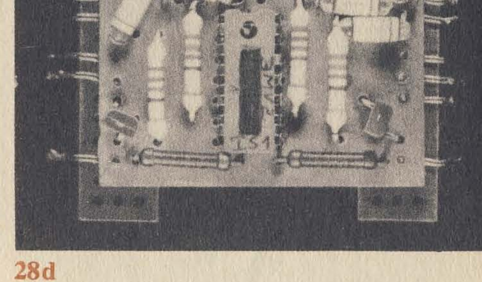


28b

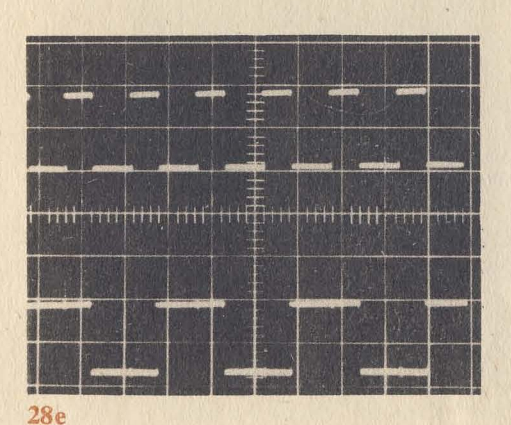


28c

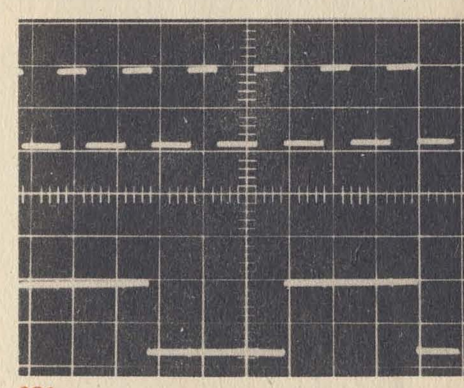




28d



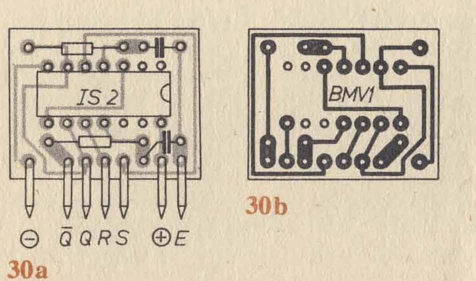
28e



28f

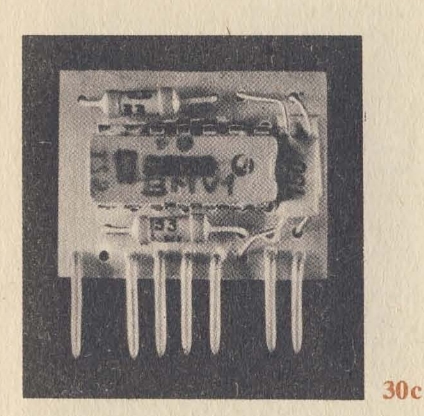
Bild 27
»Zweifacher« bistabiler Multivibrator BMV 2 mit 2×1/2 IS 1 mit wahlweise anschließbarem Schalttransistor für jede Stufe

Bild 28
BMV 2 auf Format 25 mm × 40 mm (2 bistabile Multivibratoren auf 1 Leiterplatte): a – Bestückungsseite, b – Leiterseite, c – Muster, d – Muster auf Federleisten (»Flächensteckung«), e – mit AMV 1 angesteuerte Hälfte des BMV 2, f – als 4 : 1-Teiler geschalteter BMV 2 (jeweils oben Eingangsfrequenz, unten Ausgangsfrequenz, mit digitalem Zweikanalschalter nach Bild 38 aufgenommen)



30a

30b



30c

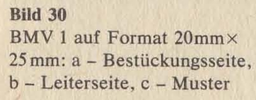
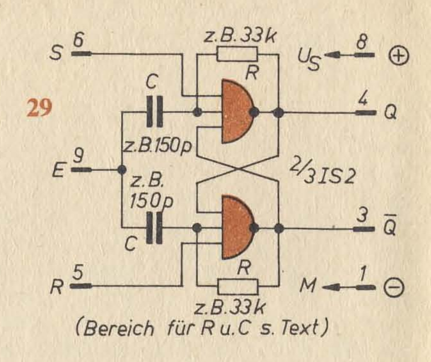


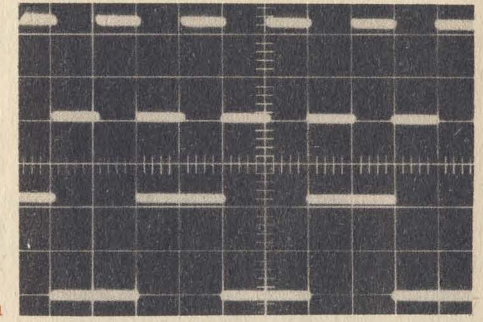
Bild 30
BMV 1 auf Format 20 mm × 25 mm: a – Bestückungsseite, b – Leiterseite, c – Muster



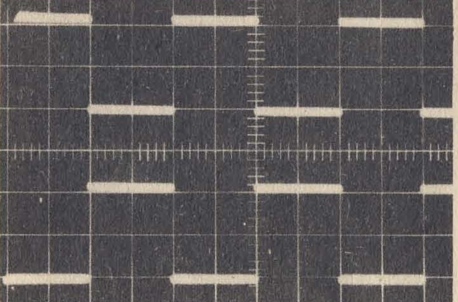
29

Bild 29
Bistabiler Multivibrator BMV 1 mit 2/3 IS 2, mit R- und S-Eingang

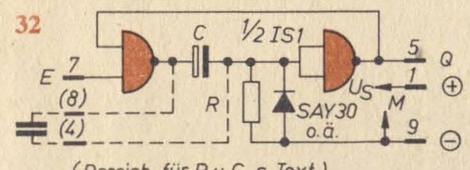
Bild 31
a – Oszillogramm des BMV 1 bei f_1 = 10 kHz (oben f_1 am Eingang E, unten $f_1/2$ am Ausgang Q); Ausgang wird bei jeder negativen Flanke von f_1 umgeschaltet, b – relative Phasenlage an den Ausgängen Q und $\bar{Q}$



31a



31b



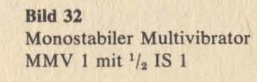
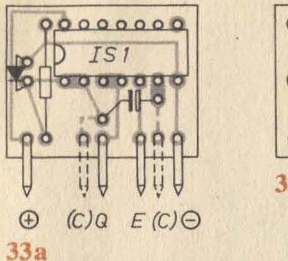
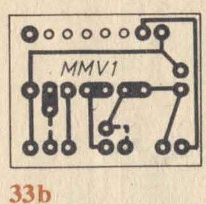


Bild 32
Monostabiler Multivibrator MMV 1 mit 1/2 IS 1

Bild 33
MMV 1 auf 20mm×25mm: a – Bestückungsseite, b – Leiterseite, c – Muster mit relativ großem C



33a



33b

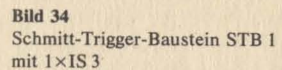
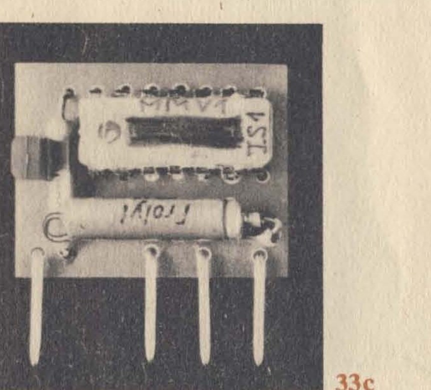
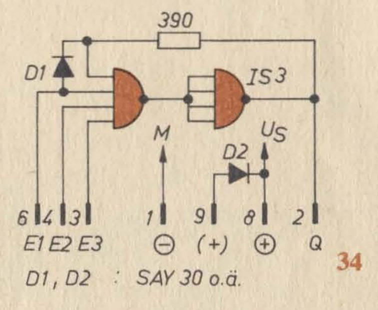


Bild 34
Schmitt-Trigger-Baustein STB 1 mit 1×IS 3

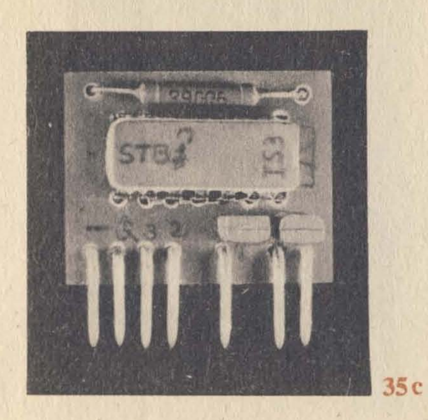
Bild 35
STB 1 auf 20mm×25mm: a – Bestückungsseite, b – Leiterseite, c – Muster



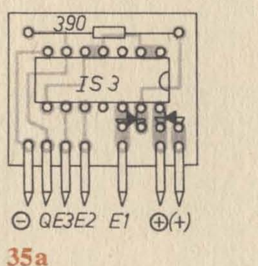
33c



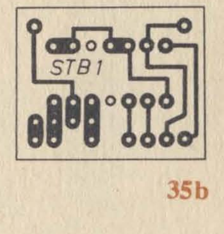
34



35c



35a



35b

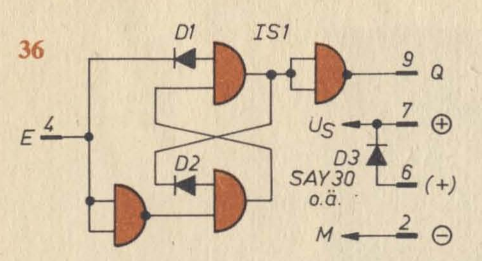
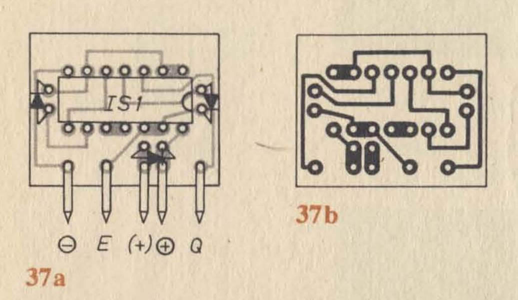


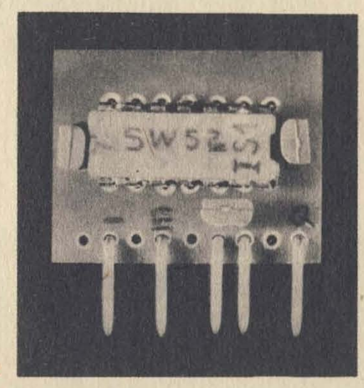
Bild 36
Schwellwertschalter SWS 2

Bild 37
SWS 2 auf 20mm×25mm: a – Bestückungsseite, b – Leiterseite, c – Muster

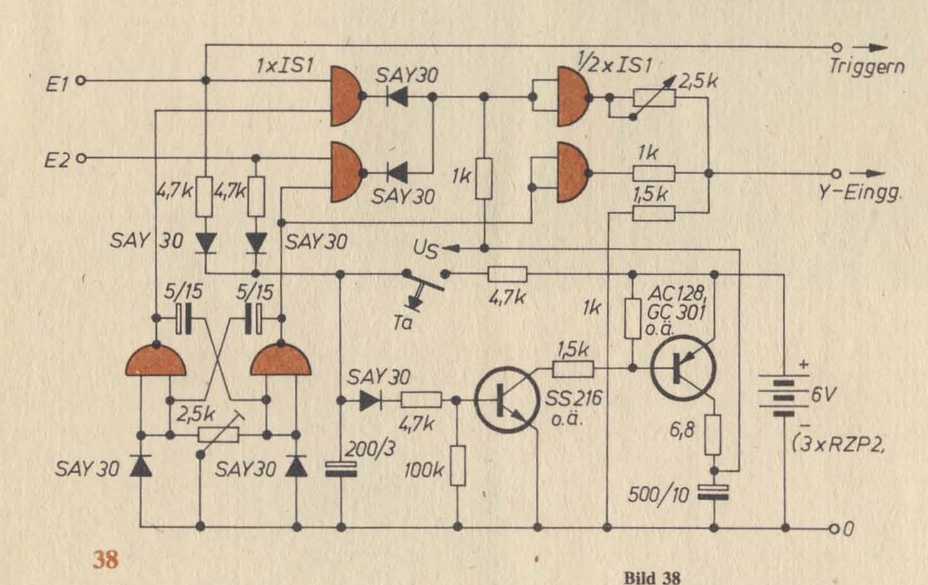


37a

37b

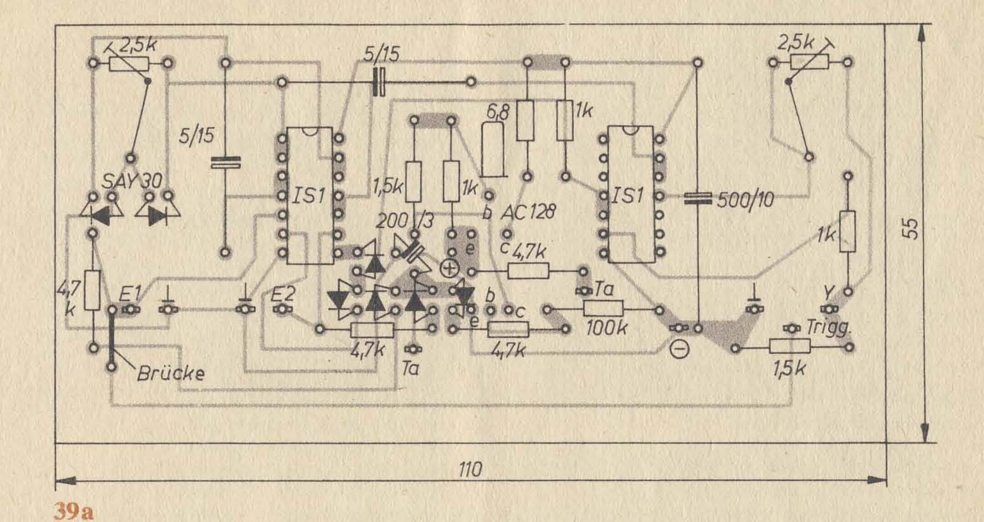


37c

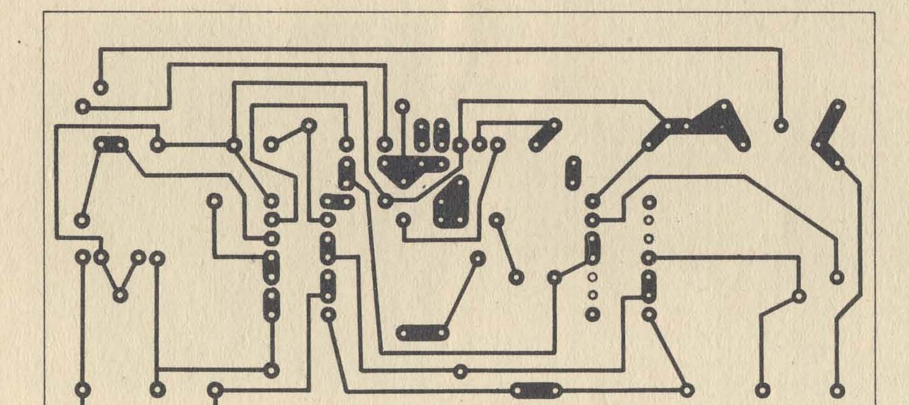


38

Bild 38
Digitaler elektronischer Umschalter EUS 1 (2-Kanalschalter für 1-Strahl-Oszillografen) mit Selbststartautomatik und Schnellstarttaste

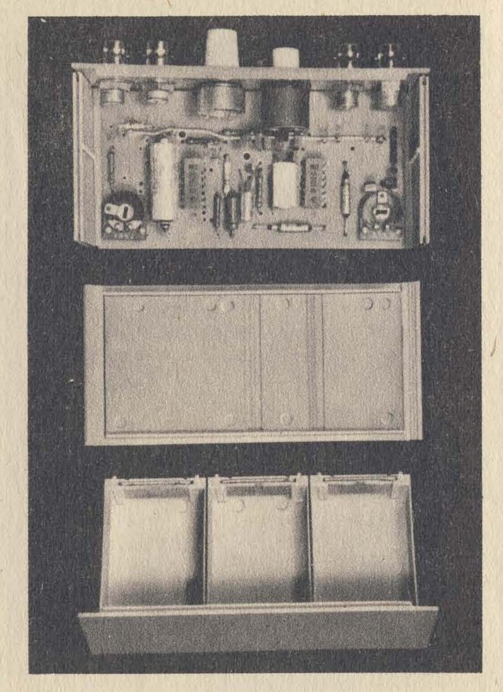


39a



39b

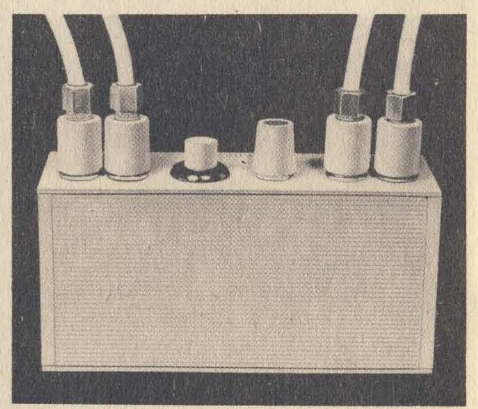
Bild 39
Leiterplatte für EUS 1: a – Bestückungsseite, b – Leiterseite

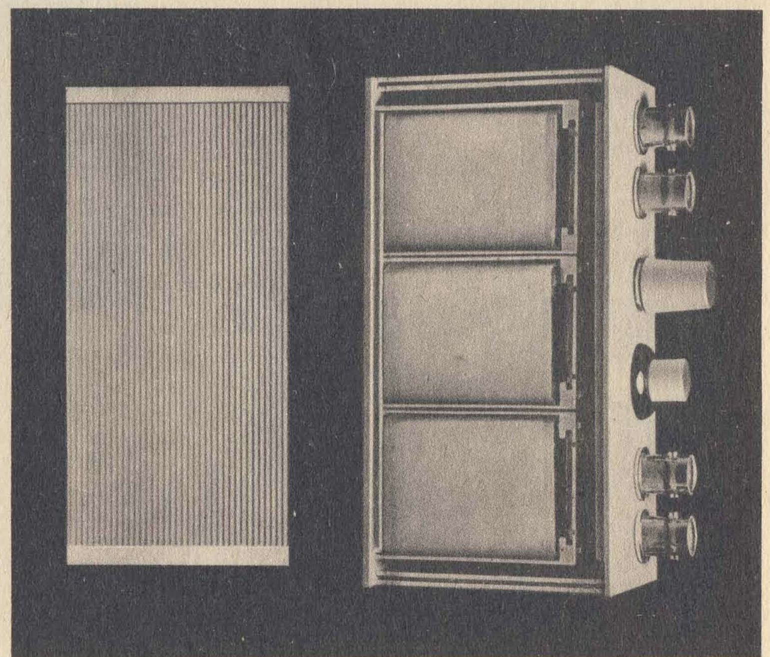


40

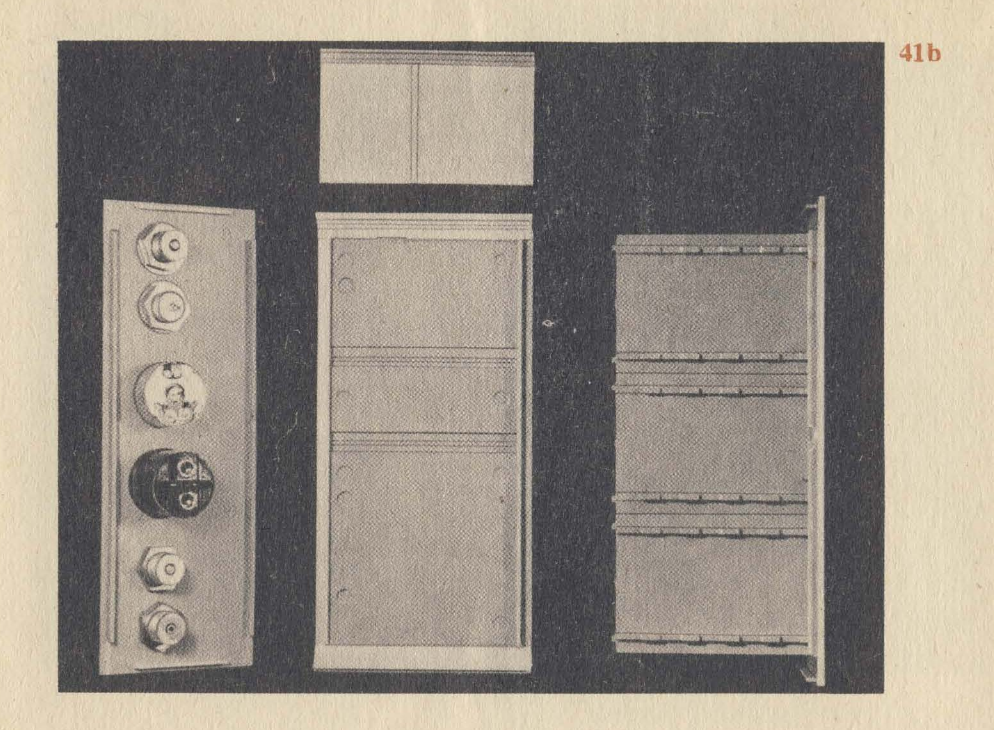
Bild 40
Blick auf die Bauelementeseite des Versuchsmusters zum EUS 1 innerhalb des aus Teilen von »Amateurelektronik« bestehenden Gehäuses (unten Batterieeinschub). Durch das Potentiometer an der Frontplatte wird das linke Stellpotentiometer überflüssig

41a

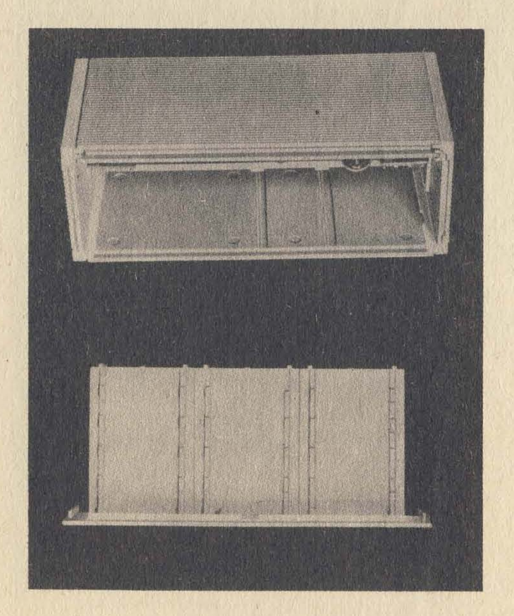




41c

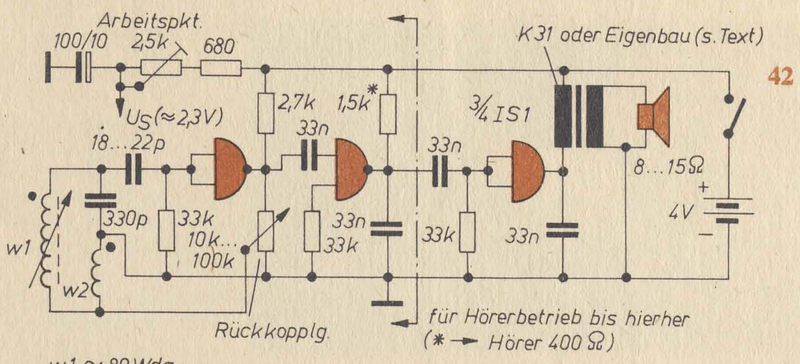


41b



41d

Bild 41
Ansichten des EUS 1 und seiner Teile (Gehäuseelemente und Batteriebehälter von »Amateurelektronik«)



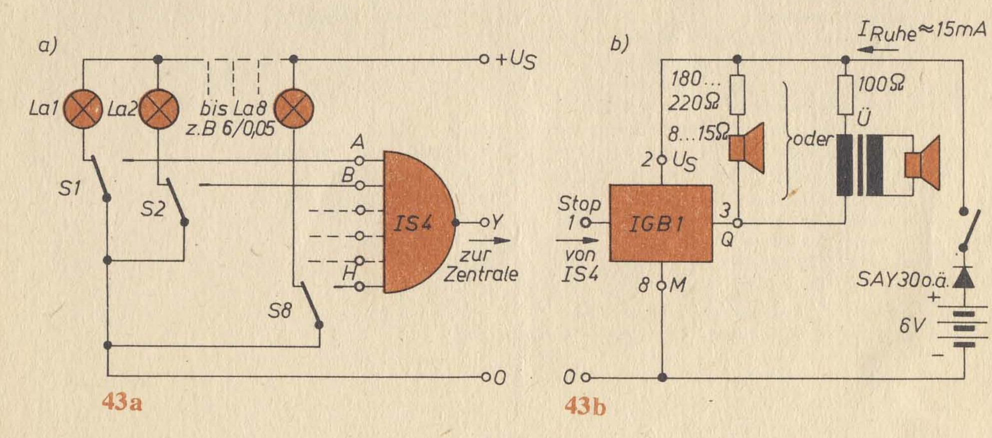
w1 ≈ 80 Wdg.
w2 ≈ 20 Wdg.
z.B. 0,4 CuL Fe

• Wicklungsende (gleicher Wickelsinn)

Bild 42
Audionempfänger mit 3/4 IS 1 für Kopfhörer- oder Lautsprecherbetrieb; Ferritstab z. B. aus Bausatz EBS 2-1

Bild 43
Einfache Überwachungsschaltung mit IS 4: a – Prinzip mit Lampensignalisierung des Fehlerorts (Fehlerfall: Lampe dunkel!), b – Generatorteil in der Zentrale mit IGB 1 und strombegrenztem Lautsprecherbetrieb; bei Übertragerkopplung größere Ausgangsleistung (Ü s. Abschn. 8.2.), c – Möglichkeit für Einsatz von Mikrotastern zur Sicherung von Ausstellungsobjekten

Objekt
Stößel
Mikrostößeltaster 43c



1. Auflage, 1.–20. Tausend
© Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1975 · Cheflektorat Militärliteratur
Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Wolfgang Stammler · Zeichnungen: Manfred Schulz · Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Korrektor: Gertrud Meindl · Printed in the German Democratic Republic
Lichtsatz: GG Interdruck Leipzig · Druck und Buchbinderei: Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 16. September 1974 · Bestellnummer: 745 666 2